

407665

P.- 52.326

Docket No. WG - 021



MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.: <u>G01V</u>

para solicitar PATENTE DE INTRODUCCION por 10 años

a nombre de WESTERN GEOPHYSICAL COMPANY OF AMERICA

entidad norteamericana

establecida en 360 North Crescent Drive, Beverly Hills,  
California 90210, Estados Unidos de América.

por: "UN METODO DE EXPLORACION SISMICA MARINA"  
(Clase Internacional G01v)

18.10.72

407665

31



Es bien conocido en la técnica de la exploración sísmica marina que la energía acústica, también llamada energía sísmica, proveniente de la detonación de una carga explosiva (o, mas en general, la proveniente de cualquier fuente de ondas de choque acústicas) aumenta si el detonador, es decir la fuente; es confinada bajo presión, es decir taponada. Así, por ejemplo en las operaciones de exploración sísmica terrestre se perfora un agujero en el suelo, se coloca una carga en el fondo del agujero, y el agujero es rellenado con arena, agua o barro con anterioridad a la detonación del explosivo. La columna del material de relleno actúa como un tapón sobre la carga y aumenta considerablemente la proporción de energía liberada por la reacción de detonación, convertida en energía sísmica. Las relaciones de la energía sísmica transmitida hacia el suelo entre cargas taponadas y no taponadas pueden llegar a valores tan elevados como 50 a 1 y mayores.

Para lograr el efecto deseado de una presión mayor confinada en una exploración sísmica marina, es necesario detonar cargas explosivas como fuentes de energía sísmica a una profundidad apreciable por debajo del nivel del mar. Los productos gaseosos resultantes de la explosión forman una burbuja

18.10.72

407 665

31



expansible, para producir con ello un impulso de energía acústica que constituye la señal sísmica. Sin embargo, después de la expansión inicial, que es deseada, la burbuja de gas, al contraerse, inicia una secuencia indeseable de expansiones y contracciones secundarias alternadas que dan por resultado la generación de los así llamados impulsos de burbuja, tal como es bien conocido en la técnica de la investigación sísmica. Este fenómeno está descrito, particularmente, en el libro "EXPLOSION SUBMARINA", de Cole, 1948, Princeton University Press, y en la patente estadounidense Nº. 2,622,691. Cada uno de estos impulsos de burbuja, a su vez, actúa como una fuente separada de energía sísmica, con el resultado neto que la señal sísmica emitida desde el lugar de la explosión es una serie de impulsos sucesivos, en lugar de un solo impulso, lo que sería deseable.

Para evitar este efecto durante la exploración sísmica marina, es usual detonar cargas explosivas como fuentes de energía sísmica en la proximidad de la superficie del mar, con el fin de que los productos gaseoso de la explosión sean ventilados inmediatamente hacia la atmósfera, impidiendo con ello las expansiones y contracciones secundarias, es decir los impulsos de burbuja. Sin embargo, dado que la colocación de explosivos en aguas de poca profundidad por debajo del nivel

18.10.72

407665

31



del mar, necesariamente resulta en un taponado reducido debido a que la presión confinadora del agua es baja, los explosivos así utilizados constituyen una fuente relativamente ineficiente para señales acústicas de energía sísmica.

5

Consecuentemente, en la práctica, el uso de explosivos a profundidades considerables en el agua ha sido restringido al tipo de exploración sísmica por la técnica de refracción sísmica, en la cual sólo es estudiada la primera llegada de una señal de energía acústica. En la técnica de reflexión sísmica, por otra parte, en la cual todo el tren de energía acústica devuelta debe ser detectada y registrada para el desarrollo e interpretación final correcta de la exploración, no era posible hacer descender las cargas a una profundidad suficiente por debajo del nivel del mar y lograr todavía resultados satisfactorios, debido a la confusión en la interpretación de las señales de energía sísmica de retorno que sería causada por el tren secundario sucesivo de impulsos de burbuja producidos por las contracciones y expansiones sucesivas de los productos gaseosos de la explosión.

10

15

20

25

Un método conocido que resolvió con éxito el problema de los impulsos de burbuja es el método conocido como "PROCEDIMIENTO FLEXOTIR" de la Compagnie Gene-

18.10.72

31 00



407 665

rales de Geophysique de Francia y descrito más en particular en la patente estadounidense Nº. 3.368.641 que, a su vez, es una realización de un método más básico el cual se cree que ha sido desarrollado por la Standard Oil, de California. En este método de la técnica anterior, los explosivos son detonados a gran profundidad bajo el agua, pero en el interior de una envoltura perforada que forma una jaula. La jaula permite la emisión de la onda de choque inicial pero, al retardar la penetración posterior del agua hacia la jaula, la misma impide el colapso rápido de la primera burbuja. Mientras este método conocido puede tener éxito con cargas relativamente pequeñas, se necesitan jaulas relativamente grandes para suprimir las burbujas producidas por cargas relativamente grandes. Además, la jaula actúa como un amortiguador de la energía sísmica generada, reduciendo así la proporción útil de la misma, requiere una fuerza de remolque adicional y es relativamente costosa.

De la discusión precedente, se comprenderá que, en los sistemas de exploración sísmica marina conocidos que operan con detonadores sumergidos a gran profundidad, los únicos intentos jamás hechos para resolver el problema eran para suprimir las expansiones subsiguientes, es decir secundarias de las burbujas de

18.10.72

407 665

31 00



gas en un sentido físico, por medio de la envoltura perforada, con el resultado desventajoso de una disminución drástica de la eficiencia del sistema debido a una pérdida de energía.

5                   Es precisamente en este punto donde parte la presente invención, ya que la misma está basada en el reconocimiento de que puede lograrse un sistema mejorado eliminando la supresión de fenómenos secundario de las explosiones secundarias de burbuja y haciendo la corrección, necesaria para la eliminación de los resultados erróneos, en una etapa posterior, es decir en la etapa de detección y evaluación de las señales producidas por los impulsos sísmicos reflejados desde los estratos submarinos. En otras palabras y en resumen, la presente invención propone desplazar la corrección desde el ambiente marino al sistema de recepción, detección y evaluación del equipo de exploración mismo. Se reconoció que, si esto fuese factible, no se necesitaría una envoltura perforada, permitiendo así el aprovechamiento de un máximo de energía sísmica generada por la detonación en los sistemas de exploración sísmica marina.

10

15

20

25                   De acuerdo con un aspecto amplio del presente invento, se provee un método de exploración sísmica marina, en el cual es producida una explosión

18.10.72

407 665



submarina en forma de un volumen de gas de expansión  
rápida, bajo una presión elevada para formar una bur-  
buja de gas a una profundidad suficiente para permi-  
tir que la burbuja de gas, subsiguientemente a la ex-  
5 expansión explosiva inicial, se contraiga y se ex-  
panda de nuevo, al menos una vez, creando cada expan-  
sión explosiva inicial y la expansión o expansiones  
subsiguientes un impulso acústico que es reflejado  
por los estratos del subfondo, en que un tren de on-  
10 das reflejadas de primeras señales, representativas de  
impulsos acústicos, tal como es reflejado por los es-  
tratos del subfondo es generado y detectado, y en que  
son generadas segundas señales que son representativas  
del tren de ondas no reflejado, causado por la expan-  
15 sión inicial y la expansión o las expansiones subsi-  
guientes, y, porque las primeras señales son combina-  
das con las segundas señales para formar señales de  
salida, de modo tal que el tren de ondas de señales  
de salida, así obtenido, corresponda a aquél que hu-  
20 biera sido producido en ausencia de las expansiones  
subsiguientes de la burbuja.

De acuerdo con una realización del mé-  
todo del invento, la combinación de las primeras seña-  
les con las segundas señales se lleva a cabo de una ma-  
25 nera tal que se impida, sustancialmente, que la expan-

407 665



5 sión o expansiones subsiguientes proporcionen cuales  
quiera componentes de dichas señales de salida. Como  
alternativa, la combinación de las primeras señales  
con las segundas señales, puede efectuarse de una ma-  
nera tal que el tren de ondas de señales de salida  
10 resultante constituya una combinación de componentes  
de tren de ondas obtenido a partir de las expansiones  
inicial y subsiguientes, con desplazamientos apropia-  
dos en el tiempo de dichos componentes, para simular  
15 el efecto de una ocurrencia simultánea de la primera  
y subsiguientes expansiones.

De acuerdo con características más es-  
pecíficas del invento, se construye un operador a par-  
tir de la segunda señal que representa una caracterís-  
15 tica de la expansión o expansiones subsiguientes, se-  
guido por una operación de las primeras señales con  
el operador. Una característica usada para la cons-  
titución del operador es, preferentemente, el interva-  
lo de tiempo entre la expansión inicial y una expansión  
20 subsiguiente, o expansiones subsiguientes. Otra carac-  
terística en base de la cual puede ser constituido el  
operador, es las relaciones de amplitudes de expansiones  
subsiguientes con respecto a la amplitud de la expan-  
sión inicial, adicionalmente al intervalo de tiempo en-  
25 tre la expansión inicial y una expansión subsiguiente.

18.10.72

407 665

31



Tal operador lleva a cabo la función de correlacionar en cruce las segundas señales recibidas en dichos intervalos de tiempo, con las primeras señales para eliminar con ello el efecto de las señales reflejadas que corresponden a la expansión o expansiones subsiguientes. Además, el operador puede ser constituido invirtiendo las segundas señales en una forma de onda pre-elegida y filtrando las primeras señales con el operador inverso, así constituido.

5

10

En la realización del método de acuerdo con la presente invención, en que las señales de salida resultantes forman un tren de ondas que corresponde a aquél que hubiera sido detectado si la expansión inicial y las expansiones subsiguientes hubieran ocurrido al mismo tiempo, el operador se constituye para comprimir en el tiempo el tren de ondas de segundas señales, para lograr una ocurrencia única.

15

20

25

De acuerdo con otro aspecto amplio del presente invento, se provee un equipo para la exploración sísmica marina, que comprende un lanzador de carga que coopera con cargas explosivas para producir explosiones submarinas en la forma de un volumen de gas de expansión rápida, bajo alta presión, en forma de una burbuja de gas generada por una carga detonada a una profundidad suficiente para impedir que el gas escape in-

18.10.72

407 665



mediatamente hacia la atmósfera, contrayéndose y expandiéndose otra vez la burbuja de gas al menos una vez después de la expansión explosiva inicial, creando la expansión explosiva inicial y la expansión o expansiones subsiguientes cada una, impulsos acústicos que serán reflejados de los sub-estratos del fondo, en que es generado un tren de ondas reflejadas de primeras señales, que son representativas de impulsos acústicos reflejados de los sub-estratos del fondo, incluyendo el equipo medios transductores de presión para detectar los impulsos acústicos reflejados, incluyendo el equipo al menos un transductor de presión adicional para producir segundas señales representativas del tren de ondas no reflejadas causado por la expansión inicial y la expansión o expansiones subsiguientes, y medios para combinar las primeras señales y las segundas señales en señales de salida, de modo tal que el tren de ondas de señales de salida así obtenido corresponde a aquel que hubiera sido producido en ausencia de expansiones subsiguientes de la burbuja.

De acuerdo con características específicas del equipo de la presente invención, el transductor de presión adicional es un hidrófono asegurado al lanzador de carga, para producir las segundas señales subs-

18.10.72

407 665

31



tancialmente de modo exclusivo. Las primeras seña-  
les y las segundas señales son combinadas adecuada-  
mente de una manera tal que las señales de salida  
resultantes forman un tren de ondas que corresponde  
5 a aquel que hubiera sido detectado si no hubieran  
ocurrido expansiones subsiguientes. Como alterna-  
tiva, las primeras señales y las segundas señales  
pueden ser combinadas de una manera tal que las se-  
ñales de salida resultantes forman un tren de ondas  
10 que corresponde a aquel que hubiera sido detectado  
si la expansión inicial y las expansiones subsiguien  
tes hubieran ocurrido al mismo tiempo. En la práctic  
ca, la función de combinar las primeras señales y las  
segundas señales se lleva a cabo por medios para cons-  
15 tituir un operador en base de la segunda señal que re-  
presenta una característica de la expansión o expan-  
siones subsiguientes, y para operar sobre las prime-  
ras señales con el operador. Adecuadamente, es deter-  
minado el intervalo de tiempo entre la expansión ini-  
20 cial y una expansión o expansiones subsiguientes, sien-  
do la característica en base de la cual se constituye  
el operador una función del intervalo de tiempo así de-  
terminado.

25 En una realización descrita más abajo,  
se proveen medios para determinar las relaciones de am

18.10.72

407665



plitudes de expansiones subsiguientes con respecto a la amplitud de la expansión inicial, siendo la característica en base de la cual se constituye el operador una función de las relaciones así determinadas, adicionalmente al intervalo de tiempo entre la expansión inicial y una expansión subsiguiente. Mas específicamente, puede usarse un correlacionador en cruce al cual es aplicado el operador tal como es derivado de las segundas señales, juntamente con las primeras señales, siendo operable el correlacionador en cruce para eliminar el efecto de las señales reflejadas que corresponden a la expansión o a las expansiones subsiguientes. De acuerdo con otra realización, se usa un convolucionador al cual es aplicado el operador tal como es constituido por inversión de las segundas señales en una forma de onda pre-elegida y filtrando las primeras señales con el operador inverso constituido. Cuando se desea que las señales de salida formen un tren de ondas que corresponda a aquel que hubiera sido detectado si la expansión inicial y las expansiones subsiguientes hubieran ocurrido simultáneamente, se constituye el operador para comprimir en el tiempo el tren de ondas de las segundas señales en una ocurrencia única.

25 Con el fin de resumir lo que se ha ex-

18.10.72

407665



plicado hasta aquí, de acuerdo con la presente inven  
ción, cargas explosivas son detonadas a cualquier pro  
fundidad deseada, se deja formar libremente el tren  
de impulsos de burbuja, y se eliminan los efectos de  
5 las expansiones secundarias de burbuja, ya sea en la  
etapa de procesamiento de los datos sísmicos registra  
dos, o el tren de impulsos característicos producidos  
por las expansiones secundarias de burbuja es aprove  
chado para reforzar la calidad de los datos sísmicos  
10 resultantes por medio de la compresión en el tiempo  
de su ocurrencia hacia una coincidencia con la expan  
sión inicial.

Para llevar a la práctica el método del  
presente invento, se establece una explosión generado  
15 ra de una burbuja que contiene un volumen de gas de  
presión elevada y de expansión rápida a una profundi  
dad suficiente como para impedir un escape directo del  
gas hacia la atmósfera. La expansión inicial de la  
burbuja de gas crea en el agua un impulso acústico ini  
20 cial para su reflexión subsiguiente de los sub-estra  
tos del fondo. La burbuja de gas, después de la expan  
sión inicial, se contrae y se expande nuevamente para  
crear en el agua al menos un primer impulso acústico  
secundario de burbuja que también es reflejado por los  
25 sub-estratos del fondo. Las reflexiones del impulso

18.10.72

407 665

31



acústico inicial y del primer impulso acústico secundario de burbuja son detectadas para proveer un tren de ondas sísmicas. Se constituye entonces un operador de una característica del primer impulso acústico secundario de burbuja, y el tren de ondas sísmicas es operado por el operador. Operadores preferidos y su modo de constitución son descritos mas adelante, en combinación con los dibujos.

5

10

La presente invención será comprendida mejor en base de la descripción detallada de una realización de la misma, que sigue a continuación, tomada en combinación con los dibujos, en los que:

15

La figura 1 es una representación esquemática de una instalación para producir bajo el agua una burbuja que contiene un volumen de gas de alta presión y de expansión inicial;

20

La figura 2 ilustra la expansión inicial y las expansiones y contracciones subsiguientes de la burbuja de gas;

La figura 3 es una forma de onda que representa un tren de pulsos de burbuja generados por las expansiones de burbuja inicial y secundaria;

La figura 4 representa el tren de ondas sísmicas recibido;

25

La figura 5 representa el tren de ondas

18.10.72

407665



sísmicas deseado;

La figura 6 muestra esquemáticamente una instalación de procesamiento en que se usa un correlacionador en cruce, y

5 La figura 7 ilustra esquemáticamente una instalación de procesamiento en que se usa un convolucionador.

Refiriéndose ahora a la fig. 1, se ilustra en la misma una instalación de detonación para producir explosiones en una masa de agua, generando cada  
10 explosión una burbuja que contiene un volumen expansivo de gas de alta presión a una profundidad suficiente como para impedir un escape directo del gas hacia la atmósfera. La instalación de detonación preferida incluye un lanzador de carga 10 que recibe cargas explosivas 12 detonadas a percusión. Cada carga 12 incluye una espoleta de retardo que produce la detonación de la carga a una distancia alejada del lanzador 10 dado que,  
15 durante el funcionamiento, el lanzador 10 es remolcado por un buque sísmico 14 a una profundidad determinada por debajo de la superficie del agua. La estabilidad direccional del lanzador 10 es mantenida mediante aletas de guía adecuados 15. Un conducto flexible 16 une un cargador de cargas 18 sobre la cubierta del buque  
20 14 al lanzador de carga 10. Las cargas 12 pasan a través  
25

18.10.72

407 665

3



del conducto 16 bajo la propulsión de agua a presión.

5 A título ilustrativo del funcionamiento del lanzador de carga 10, el lanzador es remolcado a popa del buque sísmico 14 una velocidad de seis a diez nudos, a una profundidad que puede variar entre 6,096 metros y 15,24 metros por debajo de la superficie del agua. Un operario hace que sucesivamente cada carga 12 se desplace bajo la presión de agua hacia el lanzador de carga 10. Cuando la carga 12 llega al final de su trayectoria, su movimiento es detenido por un elemento de percusión 20 que golpea contra un perno detonador en la carga 12, accionando con ello un fulminante en la carga 12. La carga 12 es lanzada entonces desde el lanzador 10 por el flujo de agua bajo presión entre la carga y la pared 22 del lanzador 10. La detonación de la carga lanzada 12 es retardada por la espoleta de retardo de tiempo hasta que es establecida una distancia de aproximadamente 2,134 a 3,048 metros entre la carga iniciada y el lanzador 10 en movimiento.

20

Con referencia a la figura 2, durante la explosión, la energía química en la carga 12 es convertida repentinamente en energía cinética de una masa de gas de expansión rápida. Con esto es establecida, en la masa de agua, una burbuja 30 que contiene un vo-

25

18.10.72

407665



lumen expansivo de gas de alta presión. Dado que la burbuja de gas 30 es generada a una profundidad de aproximadamente 9,144 a 15,24 metros, la misma no puede escapar directamente hacia la atmósfera. La burbuja de gas 30 sufre una expansión inicial muy rápida, tal como se ilustra por las flechas orientadas hacia afuera en la burbuja 30 en la figura 2, lo que provoca una compresión repentina intensa del agua circundante. La compresión del agua crea el impulso acústico inicial deseado 30', mostrado en la fig. 3, que es irradiado hacia afuera a través de la masa del agua para ser reflejado subsiguientemente por los substratos del fondo, con lo que es detectado y registrado por un cable de arrastre 24 de detectores, usualmente hidrófonos.

Después de su expansión inicial, la burbuja de gas 30 se contrae, tal como es sabido, hacia una condición contraída 32, tal como se ilustra por medio de las flechas orientadas radialmente hacia adentro. La burbuja contraída 32 se expande luego nuevamente hacia su condición expandida 34. La expansión de la burbuja 34 crea en el agua un primer impulso secundario acústico 34" (fig. 3) que es irradiado hacia fuera, a través del agua. Este primer impulso secundario acústico 34' también es reflejado por los sub-



407665

tratos del fondo. Luego, la burbuja 34 se contrae para constituir una burbuja de gas contraída 36 que entonces sufre una tercera expansión, es decir una segunda expansión secundaria, etc.

5                    Toda la secuencia de expansiones y contracciones de la burbuja de gas forma un tren de impulsos acústicos.

10                    Una técnica para la detección de este tren de impulsos consiste en utilizar un dispositivo detector adecuado 40, tal como un transductor de presión o hidrófono, aparte de aquellos del cable de arrastre 24, ubicado tan cerca como sea posible a una carga en explosión 12. La ubicación del detector 40 con respecto al lanzador 10 es gobernada por  
15 la capacidad del detector 40 de resistir las sobrepresiones elevadas generadas en el agua por las explosiones que siguen a las detonaciones de las cargas 12, y la capacidad del detector 40 de reproducir fielmente la forma de onda de presión generada por la  
20 explosión de la carga 12. El detector 40 por lo tanto es ubicado lo suficientemente alejado del lugar de la detonación, de modo que el mismo no es dañado o sobre saturado por la detonación.

25                    El detector 40 transmite hacia un registrador en la cubierta del buque 14 el tiempo de

407665



ocurrencia de cada uno de los impulsos acústicos de burbuja sucesivos y también, si fuera posible, las amplitudes y las formas del impulso inicial y de los impulsos primero y subsiguientes impulsos secundarios. Se hace un registro de la secuencia de impulsos recibidas por el detector 40, preferentemente por el equipo registrador sísmico usual y simultáneamente con el registro de las señales sísmicas detectadas, causadas por las señales reflejadas desde los sub-estratos del fondo. Las señales sísmicas reflejadas son detectadas por el cable de arrastre sísmico usual 24, que provee un tren de ondas sísmicas 24', tal como se ilustra en la figura 4.

La figura 3 representa un registro típico de un tren de impulsos de burbuja 40', tal como es detectado por el transductor 40, usualmente un hidrófono. Tal como se ha mencionado previamente, la expansión inicial de la burbuja 30 crea un impulso inicial relativamente grande 30', . La segunda expansión de la burbuja 34 crea el primer impulso secundario de burbuja 34', la tercera expansión de burbuja crea el segundo impulso secundario de burbuja 37, la cuarta expansión de burbuja crea el tercer impulso secundario de burbuja 38, etc. Simultáneamente con el registro del tren de impulsos de burbuja 40' por el transductor 40,

18.10.72

407665



3 (1979)

se registra en el equipo registrado sísmico a bordo del buque 14 el tren de ondas sísmicas 24' (fig. 4) por medio del cable de arrastre 24 de la fig. 1.

5 Se comprenderá que, como alternativa, el tren de impulsos de burbuja 40' puede ser deducido de los datos sísmicos convencionales, tal como son registrados por medio del cable de arrastre 24 de la manera convencional, al registrar el arribo directo de las señales sísmicas en cada grupo de detectores  
10 en el cable de arrastre 24. Esto puede lograrse ajustando los tiempos de origen de los registros obtenidos de la pluralidad de grupos de detectores sísmicos en el cable de arrastre, de modo que todas las señales de primera incidencia son registradas como si fueran recibidas simultáneamente. En otras palabras, esta  
15 técnica reside en eliminar la indicación de incidencia directa de los trazos de los trazos individuales, un trazo por cada grupo de detectores. Luego todos los trazos son sumados. En una suma tal el ruido de fondo  
20 tenderá a la cancelación, mientras que el impulso inicial y los impulsos secundarios de burbujas siguientes tendrán una tendencia de refuerzo, de modo que el trazo de suma será una reproducción razonablemente exacta de los pulsos que forman el tren de impulsos 40' (fig.  
25 4).

18.10.72

407 665

De cualquier modo, por cada detonación de una carga 12, es registrado un tren de impulsos de burbuja 40' y se hace una tabulación de los intervalos de tiempo entre cada impulso de burbuja con respecto al impulso inicial. Por ejemplo, tal como se ilustra en la fig. 3, el intervalo de tiempo entre el primer impulso secundario de burbuja 34' y el impulso inicial 30' es  $t_1$ , el intervalo de tiempo entre el segundo impulso secundario de burbuja 37 y el primer impulso secundario de burbuja 34' es  $t_2$ , etc. Si fuera posible, si bien no es necesario para llevar a cabo algunas de las realizaciones del método del presente invento, se hace también una tabulación de las relaciones de amplitud de cada impulso secundario de burbuja con respecto a la amplitud  $a_1$  del impulso inicial 30', es decir, son medidas las amplitudes  $a_2, a_3, a_4$  etc. y se determinan las relaciones  $a_2/a_1, a_3/a_1$ , etc.

De acuerdo con una característica importante de la presente invención, se constituye un operador de una característica del primer impulso secundario de burbuja 34' y el tren de ondas sísmicas 24' es operado con este operador, para obtener un tren de ondas sísmicas deseadas 24", ilustrado en la fig. 5, que hubiera sido detectado por el cable de arrastre 24 si el tren de impulsos 40' consistiera de un impulso único, es decir



31 OCT 1972

407 665

sólo el impulso inicial 30'.

5 En una primera realización, tal como se muestra en la fig. 6, el tren de impulsos de burbuja 40' es usado como un operador 60 que es aplicado al tren de ondas sísmicas 24' en un correlacionador en cruce 62. En otras palabras, el tren de ondas de impulsos de burbuja 40', que consiste del impulso inicial 30' y de los impulsos secundarios de burbuja siguientes 34', 37, 38, etc., es correlacionado en cruce contra el tren de ondas sísmicas recibidas 24' de manera exactamente igual en la que una señal de entrada de frecuencia variable es correlacionada en cruce contra una señal recibida según el método conocido como el "método Vibroseis". El método Vibroseis fué descrito primeramente en detalle en un artículo de Crawford y colaboradores titulado "Continuous Signal Seismograph" (GEOPHYSICS, Vol. xxV, No. 1, pag. 95). Este método está protegido además por un gran número de patentes estadounidenses y de otros países. La salida del correlacionador en cruce 62 produce el tren de ondas sísmicas deseado 24".

15 Como alternativa, el operador de correlación 60 puede consistir de un valor único para el impulso inicial 30', y valores únicos correspondientes por cada uno de los impulsos secundarios de burbuja

18.10.72

407665

31 OCT. 1972



siguientes. Estos valores están espaciados en el tiempo y tienen su propia magnitud, ambos en concordancia con la tabulación descrita precedentemente. Tal operador es conocido como operador discreto de retardo de tiempo.

5

Ya sea el operador de correlación 60 ó el operador discreto de retardo de tiempo pueden ser aplicados válidamente al tren de ondas sísmicas recibidas 24', dado que el tren de impulsos de burbuja 40' no es periódico. Es decir, los intervalos de tiempo entre impulsos emitidos por las expansiones sucesivas de burbuja y sus cambios de amplitud correspondientes, tal como se ilustra en la figura 3.

10

15

En otra realización otro tipo de operador, el operador 70 en la fig. 7, puede ser constituido a partir de la inversa del tren de impulsos de burbuja 40' de la manera bien conocida desarrollada por Wiener. Este "operador de Wiener" es aplicado al tren de ondas sísmicas detectadas 24' es un convolucionador 72 mediante el proceso de convolución. En esta relación, se hace referencia a todo el campo de la matemática desarrollada por Norbert Wiener y publicada primeramente en forma de un libro bajo el título "EXTRAPOLATION, INTERPOLATION AND SMOOTHING OF STATIONARY TIME SERIES" (New York, John Wiley & Sons, 1949).

20

25

18.10.72

407 665

31 00



Toda una serie de libros y artículos ha sido escrita mejorando esta técnica. En la construcción de un Filtro inverso, tal como es bien conocido en el arte de la teoría de comunicaciones, se constituye un operador 70 que convierte una onda observada dada, en una forma de onda de salida deseada 74. El operador 70 es constituido como la transformada de Fourier inversa del cociente de los espectros complejos de las formas de onda observadas y deseadas. Por ejemplo, en el método sísmico descrito en la presente, la forma de onda observada podría ser el tren de impulsos de burbuja 40' y la forma de onda deseada podría ser un impulso, una serie de ondas de Richer o una serie de ondas de fase mínima que tiene un espectro de amplitud de banda restringida, usual. Las etapas a seguir son bien conocidas en el arte del tratamiento o del análisis de series de tiempo estacionarias. Por lo tanto, el tren de ondas sísmicas recibidas 24' es tratado por el convolucionador 72 para proporcionar el tren de ondas deseado 24".

Por último, si bien es conocido en la técnica, podría mencionarse que los correlacionadores en cruce son dispositivos matemáticos o dispositivos mecánicos diseñados para producir un filtrado de correlación en cruce. Las referencias incluyen el artículo

18.10.72

407 665



"Cross Correlation Filtering" por Jones y Morrison (GEOPHYSICS, Vol XIX, pag. 660). La patente referente al sistema Vibroseis, de Nigel Astrey de Inglaterra, describe un correlacionador en cruce mecánico, y la idea básica del filtrado de correlación en cruce está cubierta por la referencia a Wiener, mencionada precedentemente. El operador de correlación en cruce consiste en valores que representan desplazamientos de tiempo de señales y de ajustes de amplitud. En otras palabras, el operador de correlación en cruce constituye unos medios para desplazar, graduar y combinar señales. Además, una discusión de la fase mínima puede encontrarse en el libro de Norbert Wiener, véase la referencia citada precedentemente, y otras referencias sobre filtrado sísmico. Una referencia excelente con respecto al filtrado sísmico en que se discute la mayoría de estos conceptos es "Le Filtrage en Sismique". Las series de ondas de Ricker fueron descritos primeramente en un artículo "The Form and Laws of Propagation of Seismic Wavelets", por Norman Ricker (GEOPHYSICS, Vol. XVIII, pag. 10).

En aun otra realización, mediante las técnicas de tratamiento de datos disponibles en la técnica del tratamiento sísmico, es posible comprimir

18.10.72



407 665

31 00



5 inicial sobre el trazo tratado 24", y agregar el trazo B desplazado en tiempo al trazo tratado 24" para reforzar las señales reflejadas del impulso inicial. Este proceso puede ser repetido luego para cada impulso de burbuja subsiguiente, para reforzar aun mas las señales reflejadas del impulso inicial.

10

REIVINDICACIONES

15

Los puntos de invención propia, no nueva, pero no establecida, practicada ni divulgada en España, que se presentan para que sean objeto de esta Patente de Introducción, por DIEZ años, son los siguientes:

20

1.- Un método de exploración sísmica marina, en el que es producida una explosión submarina en forma de un volumen de gas a presión elevada y de expansión rápida para formar una burbuja de gas a profundidad suficiente para permitir que la burbuja de gas, subsiguientemente a la expansión explosiva, inicial,

25

18.10.72

ME

407 665



se contraiga y se expanda de nuevo al menos una vez, creando la expansión explosiva inicial y la expansión o expansiones subsiguientes, cada una, un impulso acústico que es reflejado desde los sub-estratos del fondo, y en el que se produce y se detecta un tren de ondas de primeras señales, representativas de impulsos acústicos, tal como son reflejados por los sub-estratos del fondo, CARACTERIZADO porque se producen segundas señales representativas del tren de ondas no reflejadas causado por la expansión inicial y la expansión o expansiones subsiguientes y se combinan las primeras señales y las segundas señales para formar señales de salida, de modo tal que el tren de ondas de señales de salida así obtenido, corresponde a aquél que hubiera sido producido en ausencia de las expansiones subsiguientes de la burbuja.

2.- Método de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la combinación de las primeras señales y las segundas señales es efectuada de manera tal que se impida, sustancialmente, que la expansión o expansiones subsiguientes, proporcionen cualquier componente de dichas señales de salida.

3.- Método de acuerdo con la reivindicación 1, CARACTERIZADO porque la combinación de las primeras señales y de las segundas señales es efectuada

18.10.72

- 28-

MCE

407 665

310



de manera tal el tren de ondas de señales de salida, resultante, constituya una combinación de componentes de tren de ondas obtenido a partir de las expansiones inicial y subsiguiente con desplazamientos de tiempo apropiados de dichos componentes, para simular el efecto de una ocurrencia simultánea de las primeras y subsiguientes expansiones.

4.- Método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, CARACTERIZADO porque es construido un operador de la segunda señal, que representa una característica de la expansión o expansiones subsiguientes, seguido por la etapa de operar sobre la primera señal con el operador.

5.- Método de acuerdo con la reivindicación 4, CARACTERIZADO porque una característica a partir de la que es construido el operador, es el intervalo de tiempo entre la expansión inicial y una expansión subsiguiente, o expansiones subsiguientes.

6.- Método de acuerdo con la reivindicación 5, CARACTERIZADO porque una característica a partir de la cual es construido el operador consiste en las relaciones de amplitudes de las expansiones subsiguientes con respecto a la amplitud de la expansión inicial, adicionalmente al intervalo de tiempo entre la expansión inicial y una expansión subsiguiente.

18.10.72

CH/E

407 665



5 7.- Método de acuerdo con la reivindicación 5 o la reivindicación 6, CARACTERIZADO por la correlación en cruce de las segundas señales recibidas en dichos intervalos de tiempo con las primeras señales, para eliminar con ello el efecto de las señales reflejadas que corresponden a la expansión subsiguiente o expansiones subsiguientes.

10 8.- Método de acuerdo con la reivindicación 4, CARACTERIZADO porque el operador es construído por inversión de las segundas señales en una forma de onda preseleccionada y filtrando las primeras señales con el operador inverso así construído.

15 9.- Método de acuerdo con la reivindicación 3 y la reivindicación 4, CARACTERIZADO porque el operador es construído para comprimir en el tiempo el tren de ondas de segundas señales en una ocurrencia única.

20 10.- Un método de exploración sísmica marina.

Tal y como se ha descrito en la Memoria

18.10.72

*mce*

407665 31 OCT 1972



que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

La presente Memoria consta de treinta y una hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid,

31 OCT. 1972

P.A.

Alberto de Elzaburo  
For Poder

18.10.72  
JCM/

- 31 -

amE

31 OCT

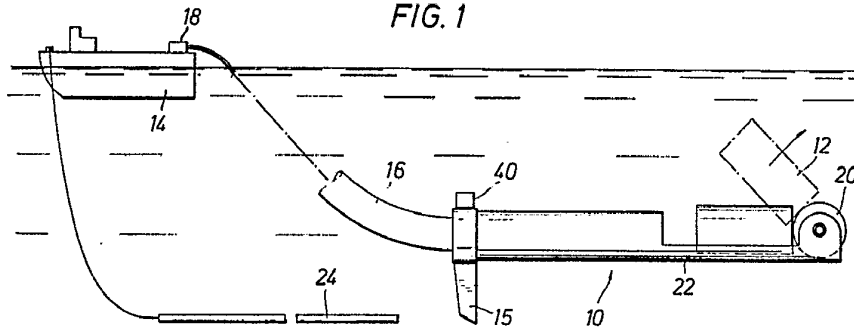


FIG. 1

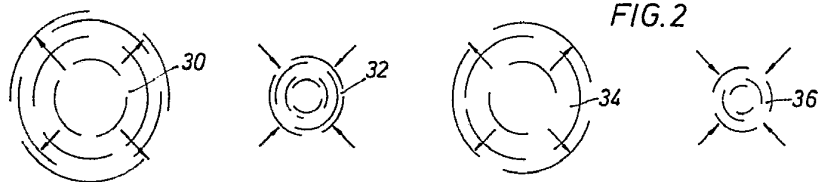


FIG. 2

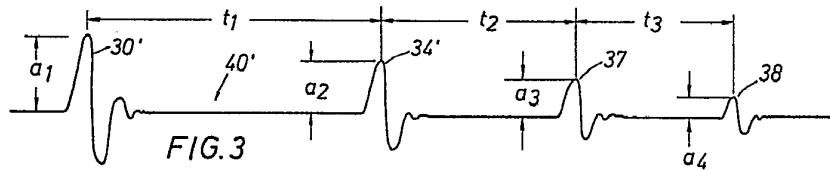


FIG. 3

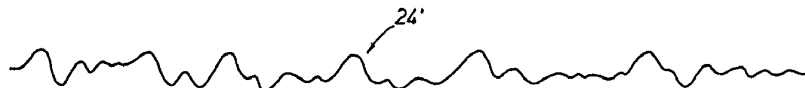


FIG. 4

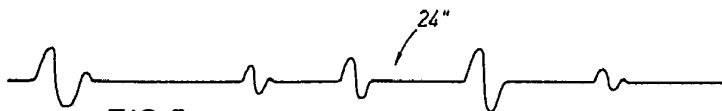


FIG. 5

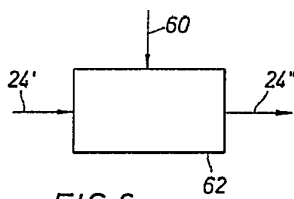


FIG. 6

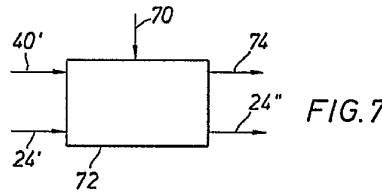


FIG. 7

Alberto de Haza  
Per Poder