

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA

Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

Concedida el 11 de ENE. 1979
Concedida el 11 de ENE. 1979
Concedida el 11 de ENE. 1979

NUMERO	470633
FECHA DE PRESENTACION	8-6-78

10 A1

PATENTE DE INVENCION

50 PRIORIDADES:	51 NUMERO	52 FECHA	53 PAIS
	77 20098	30-6-1977	FRANCIA

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	52 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	G01V	

54 TITULO DE LA INVENCION
"METODO DE EXPLORACION SISMICA"

71 SOLICITANTE (S)
SOCIETE NATIONALE ELF AQUITAINE (PRODUCTION), S.A.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE
COURBEVOIE(Francia).-Tour Aquitaine, Iaz Défense, 92

72 INVENTOR (ES)
Pierre GROS, Jean MILLOUET y Philippe STARON.

73 TITULAR (ES)
La Sociedad.

74 REPRESENTANTE
D.José M ^a TORO ARENAL, Agente Oficial.

BAD ORIGINAL

El presente invento se refiere a un método de exploración sísmica y, más particularmente, un método que consiste en enviar al medio a explorar trenes de ondas acústicas, vibratorias, de larga duración y de frecuen-

5.- cia continuamente variable entre dos frecuencias extremas, en recibir, por lo menos en un receptor o sismógrafo la señal emitida, después del reflejo sobre los diferentes reflectores del medio a explorar, después a tratar las señales recibidas y registradas.

10.- El espectro de amplitud compleja de la señal emitida no es nunca rectangular, como podría esperarse, sino por el contrario, irregular, notablemente por el hecho de que excede y rebasa las frecuencias extremas; el término complejo se ha tomado en el sentido matemático del

15.- término, es decir, que puede comprender partes reales y/o imaginarias. Este fenómeno es debido al hecho de que la señal emitida está limitada en el tiempo y contiene, por tanto, un número de arcos terminado.

La señal emitida se repliega, en el medio a explorar, con los reflectores que constituyen dioptras para las ondas que se propagan en el citado medio; la señal recibida correspondiente a la señal emitida está, pues, compuesta de una suma de señales diferentes equilibradas y ponderadas por el coeficiente de reflexión de los

20.- citados reflectores, estando la mencionada señal recibida decaída en los tiempos dobles del trayecto entre reflectores.

El tratamiento de las señales recibidas consiste en

30.- correlacionar cada señal recibida o registro por la señal que le ha dado nacimiento. Esta operación conduce a un resultado equivalente a la convolución de la película sísmica impulsional por la función de auto-correlación de la señal emitida.

35.- Para poder diferenciar fácilmente los reflectores muy próximos, que constituye el objeto perseguido por la sísmica llamada de alta resolución, es preciso que la función de auto-correlación de la señal emitida presente un pico central lo más estrecho posible.

40.- De otra parte, para que la imagen de un reflector sea lo más precisa y exacta posible, no es necesario que esté manchada por efectos procedentes de otros reflectores, incluso alejados. De ello resulta que la función de auto-correlación presenta residuos de correlación lo más débiles posible.

45.- De hecho, es totalmente preciso adoptar ciertas precauciones en la emisión, sobre los espectros de amplitud de las señales emitidas: una señal alta de resolución debe presentar un espectro de amplitud más extendida que una resolución de señal media y una señal de débil ruido de correlación debe presentar un espectro de amplitud más "alisada" o "regular" que una señal con un ruido grande de correlación.

55.- En método por vibración, es posible actuar sobre la forma del espectro de frecuencias emitidas ya sea en la emisión, ya sea después de la recepción en el momento de la operación de correlación, o por cualquier otra opera-

ción apropiada. Sin embargo, si se quiere operar sobre la forma del espectro de frecuencias emitido después de la recepción, es preciso que la relación de señal sobre ruido sea lo suficientemente buena a fin de no amplificar demasiado un ruido cuando se amplifican las amplitudes de ciertas frecuencias de la señal recibida.

Un perfeccionamiento propuesto ha consistido en dividir el espectro de frecuencias emitido en bandas de frecuencias y a emitir sucesivamente o simultáneamente estas bandas de frecuencias, después a tratar las señales recibidas correspondientes de la manera descrita más arriba. Sin embargo, este método presenta aún numerosos inconvenientes. En efecto, los espectros de amplitud de las señales emitidas no son, realmente, almenas perfectamente adyacentes sino que presentan, como ya se ha precisado, desviaciones importantes en relación con la forma de la almena, la suma de los espectros de amplitud de las señales correspondientes a las diferentes bandas no es igual al espectro de amplitud de todo el espectro de frecuencias emitidas.

Además, cuando se efectúan las auto-correlaciones de estas señales elementales que corresponden a las bandas de frecuencias, se constata que la suma de las auto-correlaciones es muy diferente de la auto-correlación de la señal de origen, en particular la correlación suma presenta un resto de correlación importante procedente del hecho de que los espectros de ampli-

85.- tud de las señales elementales se enchavetan.

Así pues, si se efectúa de forma clásica la correlación de cada traza registrada, o señal recibida, con la señal emitida, después la suma de las trazas o trayectorias correspondientes a las diferentes bandas pa-

90.- santes de frecuencias, vamos a encontrar un film equivalente a la película impulsional replegada por una autocorrelación que presenta un residuo de correlación importante, se dará como resultado que ciertos horizontes o reflectores poco enérgicos serán alterados o incluso destruidos por ruidos o residuos de correlación
95.- procedente de horizontes más enérgicos situados a alguna distancia.

En fin, se sabe que diferentes fenómenos actúan de forma que las señales son atenuadas más o menos selectivamente en función de su frecuencia, en el curso
100.- de su emisión, de su trayecto en el medio a explorar y de su recepción. Es así que, cuando se produce la emisión por un vibrador capaz de producir varias frecuencias, el acoplamiento del vibrador con la capa de superficie del medio a explorar o, en otros términos, la
105.- influencia de la citada capa de superficie sobre la cual reposa el mencionado vibrador sobre las frecuencias emitidas, es tal que el vibrador, regulado sobre una baja frecuencia, por ejemplo de 6 Hz, emite poco de los 6 Hz,
110.- pero sobre todo armónicas de esta frecuencia, por ejemplo 12 ó 18 Hz. Resulta de esto que este acoplamiento limita la energía de las señales de baja frecuencia y

- puede, pues, acusar de error las señales recibidas correspondientes que corren el riesgo de ser interpretadas como siendo éstas producidas por una emisión de una de las armónicas de baja frecuencia. Además, se produce una atenuación selectiva de las altas frecuencias por el medio a explorar, que provienen ya sea de efectos de absorción por inelasticidad de las rocas, ya sea de efectos de filtrado de las series geológicas de capas finamente encamadas. Además, tanto en la emisión de bajas y altas frecuencias como en la recepción de las ondas reflejadas, el método clásico por correlación no permite el disociar los efectos de acoplamiento o de la atenuación selectiva en las altas frecuencias.

En la sismica en general, las altas frecuencias son las frecuencias superiores a 75 Hz.

- El presente invento tiene por objeto el paliar los inconvenientes mencionados y proponer un nuevo método de exploración sísmica que permite, en sísmica por vibraciones, hacer de manera que todas las frecuencias deseadas sean recibidas con la relación señal sobre ruido más elevada posible.

- Este invento tiene por objeto un método que consiste en emitir, en el medio a explorar con ayuda de por lo menos una fuente de emisión de las señales acústicas vibratorias de larga duración en, por lo menos, un punto de emisión, las frecuencias de las señales emitidas que están agrupadas en bandas comprendidas en un espectro

de frecuencia deseada, a recibir sobre, por lo menos, un receptor las ondas reflejadas por los diferentes reflectores del medio a explorar, a tratar las señales recibidas para determinar los reflectores detectados, y que está caracterizado por el hecho de que

145.- consiste, además, en formar el espectro complejo de la señal recibida correspondiente a la señal emitida para cada banda de frecuencias, a formar el espectro complejo de una referencia de la señal emitida para cada

150.- banda de frecuencias y a dividir el espectro complejo de la señal recibida por el espectro complejo de la referencia de la señal emitida, por lo menos una parte exterior de la banda considerada del espectro complejo elemento resultante de la división que es eliminada.

155.- Esto permite modificar la forma del espectro complejo de las señales recibidas, de manera que se aproxime lo más posible a la forma ideal deseada.

Otras ventajas y características del presente invento se apreciarán y destacarán mejor de la lectura

160.- de la descripción dada más abajo a título indicativo, pero no limitativo, así como del dibujo anexo, en el cual:

La Fig. 1 representa los diagramas, en escala logarítmica, de la velocidad aparente del ruido organizado y de la velocidad aparente más débil de las ondas

165.- reflejadas.

La Fig. 2 es un diagrama de los niveles de energía de las bandas y separaciones de frecuencia y de su dis-

tribución.

170.- La Fig. 3 es una representación esquemática de los tratamientos en el dominio espectral.

La Fig. 4 es la "firma" de la película sísmica correspondiente a un solo reflector.

175.- La Fig. 5 es la "firma" de la película sísmica obtenida por el método de intercorrelación.

Según el método del presente invento, se determina directamente por procedimientos clásicos, o incluso con la ayuda de resultados de estudios anteriores, la velocidad aparente V_B del ruido en el medio a explorar. Se determina igualmente la velocidad aparente V_S , la más débil de las ondas reflejadas en el citado medio a explorar, en función notablemente de la distancia entre los centros de gravedad del sistema de emisión y del sistema de recepción. En la escala logarítmica se obtienen líneas rectas (1) y (2) de la Fig. 1, la parte situada por encima y a la izquierda de la recta (1) materializando la zona donde los ruidos organizados pueden aparecer, mientras que la parte situada por debajo de la recta (2) materializa la zona donde la señal recibida se encuentra totalmente.

Es así que, para un medio a explorar, se ha encontrado que $V_B = 1000$ m/s y $V_S = 5000$ m/s.

195.- En función a la capacidad del vibrador, del conocimiento anterior del medio a explorar, que es susceptible de proporcionar especialmente V_B y V_S , y de la

- profundidad que se quisiera alcanzar, se definen los límites F_{\max} y F_{\min} de las frecuencias que se desea obtener; en un ejemplo de realización, se ha definido
- 200.- do $F_{\min} = 6$ Hz y $F_{\max} = 127$ Hz. Después se divide este espectro de frecuencias 6 - 127 Hz en un cierto número de bandas que es igual a sensiblemente aproximado a: $N = \left(\frac{F_{\max}}{F_{\min}} \right) \frac{C \cdot V_B}{V_S}$ donde C es un coeficiente superior a 1, por ejemplo, igual a 2. Con los datos
- 205.- numéricos señalados más arriba, se ha observado que N estaba próximo a 3. En todos los casos de realización, se tomará como número de bandas el que estará en posición, por lo menos, inmediatamente inferior al número N encontrado por aplicación de la fórmula arriba mencionada, pudiendo ser el número de bandas elegido entre este límite inferior y un valor superior que puede exceder y superar muy ampliamente el valor calculado N.
- 210.-

- Además, cada banda de frecuencias en el interior del espectro de frecuencias deseado está elegido de manera que la relación de su frecuencia superior con su frecuencia inferior sea igual o aproximada a $V_S / C \cdot V_B$.
- 215.-

- En el ejemplo que se señala más arriba, para el cual $\frac{V_S}{C \cdot V_B} \approx 3$, la frecuencia mínima F_{\min} del espectro deseado es igual a la frecuencia inferior f_1 de la primera banda, por ejemplo 6 Hz. Resulta de ello que la frecuencia superior f_2 de esta primera banda deberá ser, por lo menos, igual a 6 Hz x $\frac{V_S}{C \cdot V_B}$ o sea aproximadamente 18 Hz y, preferentemente 17 Hz. De cuando en cuando podría
- 220.-

225.- observarse que la segunda banda estará limitada por las frecuencias 17-50 Hz; estando limitada la tercera banda por 50-127 Hz, siendo este último valor igual a la frecuencia máxima F_{\max} del espectro deseado.

230.- Cada una de estas bandas de frecuencias es emitida y registrada con ayuda de una o varias fuentes de emisión y de uno o varios receptores. La disposición en la proximidad de la superficie libre del medio a explorar de las fuentes de emisión y de los receptores, a todo lo largo de la emisión y de la recepción, es tal que el posicionado de los puntos de emisión entre ellos y de los puntos de recepción entre ellos, es elegido para 235.- cada banda de frecuencias, de manera que el número de onda de corte resultante de este posicionado sea igual a la relación de la frecuencia inferior de la banda determinada, a la velocidad aparente del ruido V_B .

240.- Los filtros en número de onda utilizados están representados en la Fig. 1 por las rectas horizontales (3), (4), (5) que pasan respectivamente por las ordenadas logarítmicas K_1 , K_2 , K_3 . Estos filtros dejan pasar todo lo que está por debajo de estas rectas y atenúan 245.- todo lo que está por encima. Sin embargo, estos filtros al no tener una inclinación infinita, la debilitación no llega a ser descuidable más que a cierta distancia de las rectas correspondientes. Para el filtro K_1 , por ejemplo, esta debilitación es descuidable hacia $\frac{K_1}{2}$.

250.- Así pues, en el cortado en bandas del espectro de frecuencias deseado, se eligen las frecuencias límites

de forma que, en una banda de frecuencia determinada, la recta límite de la señal (2) no es en modo alguno más alta que la recta horizontal (3), (4) ó (5) del filtro en número de onda elegido para esta banda de frecuencias.

Además, es preferible que esta recta (2) en cada banda de frecuencias considerada, no tenga en absoluto más altura que las rectas paralelas en las rectas (3), (4) y (5) y de la ordenada respectivamente igual a $\frac{K_1}{2}$, $\frac{K_2}{2}$ y $\frac{K_3}{2}$.

Para el ejemplo elegido, se encontrarán los diferentes valores numéricos que satisfagan a las condiciones enunciadas anteriormente.

- 265.- 1ª Banda $f_i = 6 \text{ Hz}$
 $f_1 = 17 \text{ Hz}$
 $K_1 = 6 \text{ cycles/km}$
largo de la onda de corte $L_1 = 166 \text{ m.}$
- 260.- 2ª Banda $f_i = 17 \text{ hz}$
 $f_1 = 50 \text{ Hz}$
 $K_2 = 17 \text{ cycles Km}$
largo de onda de corte $L_2 = 60 \text{ m}$
- 270.- 3ª Banda $f_i = 50 \text{ Hz}$
 $f_1 = 127 \text{ Hz}$
 $K_3 = 50 \text{ cycles/km}$
largo de onda de corte $L_3 = 20 \text{ m}$
- 275.-

Para asegurar la emisión de una cantidad suficientemente importante de altas frecuencias, de manera a liberarse de la absorción del medio a explorar, se refuerza, conforme al invento, estas altas frecuencias en la

280.-

emisión, cortando allí donde las bandas que comprenden altas frecuencias, en varios trozos de frecuencias cuya amplitud decrece a medida que la frecuencia aumenta (Fig. 2). De esta manera, si las duraciones de emisión de las señales en cada banda no cortada son iguales a las de las señales correspondientes a estos trozos de frecuencias, se obtiene muy bien un reforzado de la emisión de las altas frecuencias.

En el ejemplo mencionado anteriormente, la tercera banda que comprende altas frecuencias ha sido cortada en 5 tramos, tal como se indica a continuación:

	f_i en Hz	F_s en Hz	$f_s - f_i$ (Hz)
1º trozo o tramo	50	75	25
2º " "	75	95	20
295.- 3º " "	95	110	15
4º " "	110	120	10
5º " "	120	127	7

Se aprecia en la Fig. 2, que este cortado conduce, por relación a la 2ª banda central 17-50 hz, que sirve de referencia porque estas frecuencias no presentan dificultades mayores, tanto en la emisión como en la recepción, a un reforzamiento progresivo de altas frecuencias que alcanzan 14 dB y a un reforzamiento de las bajas frecuencias de aproximadamente 10 dB, siendo este último reforzamiento para mejorar el acoplamiento vibrador-medio a explorar en las bajas frecuencias.

La precedente descripción hace aparecer que las bandas o trozos de frecuencias son emitidas una después

de la otra en un orden cualquiera en el interior del espectro de frecuencias deseado, la distribución en el tiempo de las emisiones, siendo efectuada de la manera más apropiada, en función del objetivo que se persigue. Por lo demás, las bandas o trozos de frecuencias pueden ser emitidas con o sin recuperación de frecuencia entre las dos bandas, o de manera yuxtapuesta, es decir, sucediéndose sin intervalo de frecuencia.

310.-
315.-
320.-
325.-
330.-
335.-

Quando se desea debilitar ciertas altas frecuencias, allí donde las bandas de frecuencias comprenden estas altas frecuencias, pueden ser cortadas en trozos o tramos de frecuencias cuya amplitud crece cuando la frecuencia aumenta.

Quando se desea favorecer o, por el contrario, debilitar ciertas frecuencias del espectro de frecuencias emitido, se corta allí donde las bandas de frecuencias comprenden estas frecuencias, en trozos o tramos de frecuencias cuya amplitud será débil, o, por el contrario, importante en relación con las otras bandas o tramos de frecuencias.

Conforme a otra característica importante del invento, el tratamiento de las señales recibidas sobre los receptores se realiza de la manera siguiente, después de haber, previamente, registrado una referencia de las señales emitidas en cada banda o trozo de frecuencias.

Para cada banda o trozo de frecuencias, se forma o calcula el espectro complejo, amplitud y fase, de la

referencia de la señal emitida; se forma o calcula el espectro complejo de la señal recibida, amplitud y fase, correspondiente a la citada señal emitida, y se divide el espectro complejo de la señal recibida por el espectro complejo de la referencia de la señal emitida, para obtener un espectro complejo elemental, siendo la división efectuada sobre el intervalo de frecuencias comprendido en la banda o trozo de frecuencia considerada. La amplitud del espectro complejo elemental de preferentemente considerado nulo sobre, por lo menos, una de las partes exteriores al mencionado intervalo.

Esta tratamiento es efectuado, con preferencia, en el ámbito o dominio espectral, por división, pero puede igualmente realizarse en el ámbito temporal por desconvolución. Esto resulta del hecho de que la división en el ámbito espectral es equivalente a la desconvolución en el ámbito temporal; la transposición del ámbito o dominio espectral al ámbito temporal, e inversamente, se realiza por medio de la transformación de Fourier, como esto es bien conocido por el hombre especializado en este arte.

En el ámbito espectral y para cada banda o trozo de frecuencias, se calcula el espectro complejo, amplitud y fase, de la referencia de la señal emitida, después se calcula un espectro igual a la inversa del mencionado espectro en el intervalo de frecuencias de la señal, siendo convertido a cero el citado espectro in-

365.- verso aparte del mencionado intervalo de frecuencias.

Después del registro, y siempre para cada banda o tramo de frecuencias, se calcula por la transformación de Fourier el espectro complejo de las señales recibidas correspondientes a la banda o tramo de fre-

370.- cuencias considerada. Seguidamente se multiplica este espectro complejo por el inverso del espectro complejo de la señal emitida anteriormente calculada.

Esta operación, esquemáticamente representada en la Fig. 3, consiste, de una parte, en multiplicar el

375.- espectro de amplitud (6) de la señal recibida por la inversa (7) del espectro de amplitud de la señal emitida y, por otra parte, a añadir el espectro de fase de la señal recibida con el espectro de fase de la inversa del espectro de la señal emitida. Se hace el re-

380.- paso en el ámbito temporal haciendo una transformación de Fourier inversa.

En el caso teórico de un solo reflector, la operación de multiplicación de los espectros de amplitudes para una banda o tramo de frecuencias está mate-

385.- rializada sobre la Fig. 3 por la unión (8); para otra banda o tramo de frecuencias, se tendrían graphes (6') y (7') y una operación de multiplicación (8').

Estas diferentes operaciones de determinación de los espectros complejos elementales una vez efectuadas,

390.- se hace entonces la suma de todas las señales así tratadas para todas las bandas o tramos de frecuencias, lo que produce un espectro global de amplitud (9) que re-

presenta el espectro de amplitud de la película sísmica (Fig. 4) del reflector detectado.

395.- El tratamiento conduce, pues a obtener una "firma", fig. 4, presentando netamente menos ruido de correlación que la firma obtenida por el método clásico de correlación (Fig.5).

400.- Cualquiera que sea el método de tratamiento elegido (temporal o espectral), puede ser algunas veces necesario efectuar lo que los especialistas llaman una ponderación. Según el presente invento, esta ponderación se efectúa para compensar las diferencias de energía que se pueden determinar sobre la Fig. 2 y para tener un espectro global lo más continuo posible. Esta
405.- ponderación que puede ser aplicada igualmente a las señales recibidas, sobre su espectro complejo como sobre los espectros complejos elementales o sobre las señales elementales temporales que les corresponden, consiste
410.- en ponderar o equilibrar antes de la adición, por ejemplo, por un coeficiente igual a la amplitud de la banda o tramo de frecuencias de la señal emitida.

En fin, debe observarse que el espectro global complejo puede ser modelado de manera que elimine las
415.- informaciones parásitas análogas a los ruidos de correlación.

En todo lo que antecede, se ha hecho referencia a un filtrado en gran número de onda particular en cada banda de frecuencias realizado por medio de una disposición relativa de las fuentes o de los puntos de emi-
420.-

si3n entre ellos y de los receptores o de los puntos de recepci3n entre ellos. Igualmente se puede operar realizando sobre el terreno una cantidad de filtros en n3mero de onda inferior al n3mero de bandas de frecuencias, los otros n3meros de onda de corte necesarias que son contenidos por una composici3n, conocida en s3, de registros realizados en diferentes puntos de recepci3n, a partir de diferentes puntos de emisi3n.

430.- Queda bien entendido que el presente invento no est3 limitado a la descripci3n dada m3s arriba, sino que, por el contrario, cubre todas las variantes del m3todo.

Es as3, pues, que una variante consiste en calcular, no una inversi3n del espectro complejo de la se3al emitida, sino una forma tal que, una vez que la operaci3n de producto efectuada con los espectros complejos de todas las se3ales emitidas, el espectro de amplitud total resultante de la adici3n de los espectros individuales tratados presenta una forma propia para disminuir el ruido de correlaci3n, por ejemplo, una forma triangular, en curva de Gauss u otras, que puede afirmarse que es mejor que la alnena.

- - - - -

R E I V I N D I C A C I O N E S

- 1ª).-"METODO DE EXPLORACION SISMICA" del tipo que
- 445.- consiste en emitir en el medio a explorar, con la ayuda de por lo menos una fuente de emisión de las señales acústicas vibratorias de larga duración en, por lo menos, un punto de emisión, las frecuencias de las señales emitidas que están comprendidas en un espectro de
- 450.- frecuencia deseada, a recibir sobre, por lo menos, un receptor, las ondas reflejadas por los diferentes reflectores del medio a explorar, a efectuar un tratamiento de las señales recibidas para determinar los reflectores detectados formando el espectro complejo de la
- 455.- señal recibida correspondiente a la señal emitida, así como el espectro complejo de una referencia de la señal emitida y dividiendo el espectro complejo de la señal recibida por el espectro complejo de la referencia de la señal emitida, caracterizada porque el espectro de
- 460.- frecuencias está dividido en varias bandas distintas, siendo efectuado el tratamiento sobre las señales recibidas y de referencia correspondientes a cada una de las bandas de frecuencias y en que durante el citado tratamiento se elimina por lo menos una parte exterior
- 465.- de cada uno de los espectros complejos para cada banda de frecuencia considerada.

- 2ª).-"METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforma a la reivindicación 1, caracterizado en que los espectros complejos elementales de todas las bandas obtenidos después de la división, son adicionados para formar un es-
- 470.-

pectro complejo global, la transformación inversa de Fourier, conocida en sí, siendo seguidamente aplicada al citado espectro complejo global para obtener la película sísmica de todos los reflectores detectados.

- 475.- 3ª).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a la reivindicación 1, caracterizado en que cada espectro complejo elemental es transformado en señal temporal elemental por transformación inversa de Fourier, siendo las mencionadas señales temporales elementales seguidamente adicionadas para obtener la película sísmica de todos los reflectores detectados.

- 480.- 4ª).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a la reivindicación 1, caracterizado en que para cada banda de frecuencias, las señales recibidas o su espectro complejo son poderadas o equilibradas antes de la división, de manera a obtener ulteriormente un espectro complejo global continuo.

- 485.- 5ª).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el cual la disposición del receptor, en relación con la fuente de emisión, permite definir la velocidad aparente V_g la más débil de las ondas reflejadas, caracterizado en que el número de bandas de frecuencias susceptibles de ser emitidas en el interior del espectro de frecuencias deseado es, por lo menos, igual al número entero inmediatamente inferior al valor de relación

$$N = \left(\frac{F_{\max}}{F_{\min}} \right) C \frac{V_B}{V_S}$$

donde F_{\max} es la frecuencia superior del espectro deseado, F_{\min} es la frecuencia inferior del espectro deseado, C es un coeficiente superior a 1, V_B es la velocidad aparente del ruido organizado en el medio a explorar y, en que, para cada banda de frecuencias, el ruido organizado es atenuado por un filtrado en número de onda, cuyo número de onda de corte es igual a la relación de la frecuencia inferior de la banda considerada a la velocidad aparente del ruido V_B .

500.- 6ª).- "MÉTODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a la reivindicación 5, caracterizado en que, por lo menos, una parte de los filtros en número de onda necesarios es obtenida por la composición de los registros realizados en diferentes puntos de recepción a partir de diferentes puntos de emisión.

510.- 7ª).- "MÉTODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a la reivindicación 5, caracterizado en que, para cada banda de frecuencias, el filtrado en número de onda es realizado únicamente por una colocación relativa de los puntos de emisión entre ellos y de los puntos de recepción entre ellos.

520.- 8ª).- "MÉTODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado en que la relación de la frecuencia superior a la frecuencia inferior de cada banda de frecuencias es aproximada a $\frac{V_S}{CV_B}$.

$$\frac{V_S}{CV_B}$$

9a).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a
525.- cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, caracterizado en que las bandas cuya frecuencia inferior es superior a 50 Hz son susceptibles de ser divididas en trozos o grupos/tramos de frecuencias.

10a).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a
530.- la reivindicación 9, caracterizado en que, en cada banda dividida en grupos, la anchura de los tramos/grupos sucesivos decrece cuando la frecuencia aumenta.

11a).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a
535.- la reivindicación 9, caracterizado en que en cada banda dividida en tramos, la anchura de los tramos sucesivos crece cuando la frecuencia aumenta.

12a).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a
540.- cualquiera de las reivindicaciones 5 a 11, caracterizado en que las bandas o tramos de frecuencias son emitidas una después de la otra en el interior del espectro de frecuencias deseado.

13a).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a
545.- cualquiera de las reivindicaciones 5 a 12, caracterizado en que las bandas o tramos de frecuencias son emitidas sin recuperación o recubrimiento de la una sobre la otra en el interior del espectro de frecuencia deseado,

14a).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a
la reivindicación 13, caracterizado en que las bandas o tramos de frecuencias están yuxtapuestas.

550.- 15a).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a
cualquiera de las reivindicaciones 5 a 14, caracteriza-

do en que las duraciones de emisión de cada banda o tramo de frecuencias son iguales.

16ª).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA" conforme a
555.- cualquiera de las reivindicaciones 9 a 15, caracterizado en que las señales recibidas correspondientes a las señales emitidas en cada uno de los tramos de frecuencias son tratadas de la misma manera que las señales recibidas correspondientes a las señales emitidas en
560.- cada una de las otras bandas no divididas.

17ª).- "METODO DE EXPLORACION SISMICA".

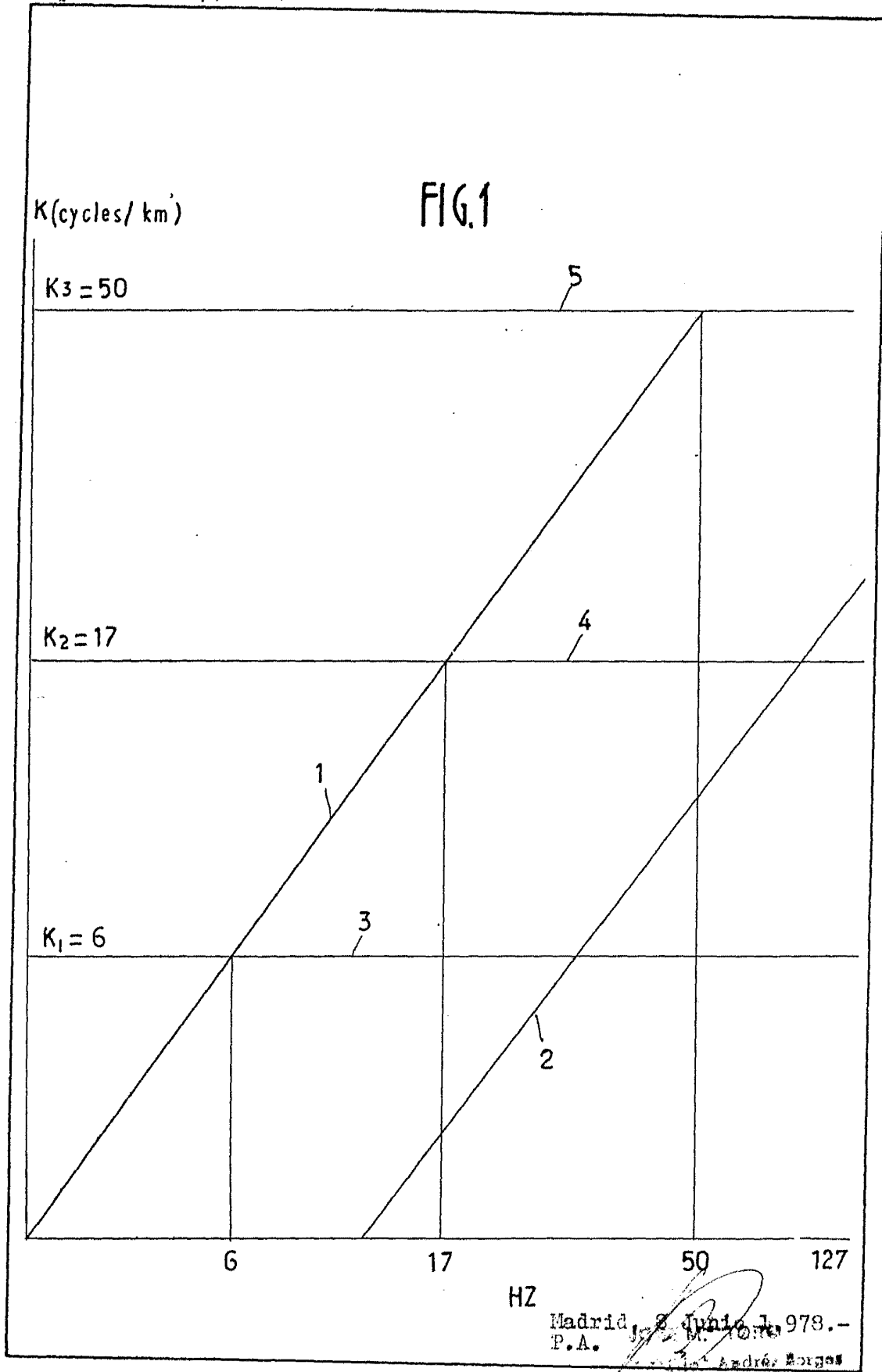
La presente memoria descriptiva consta de veintidós hojas foliadas y mecanografiadas por una sola cara, componiendo un total de quinientas sesenta y cinco líneas, incluidas las presentes.

Madrid, 8 de Junio de 1.978.-

JOSE M. TORO

P.P.

Firmado: Andrés Borges



Madrid, 8 Junio 1978.-
P.A. *[Signature]*
Andrés Rojas

ESCALA VARIABLE

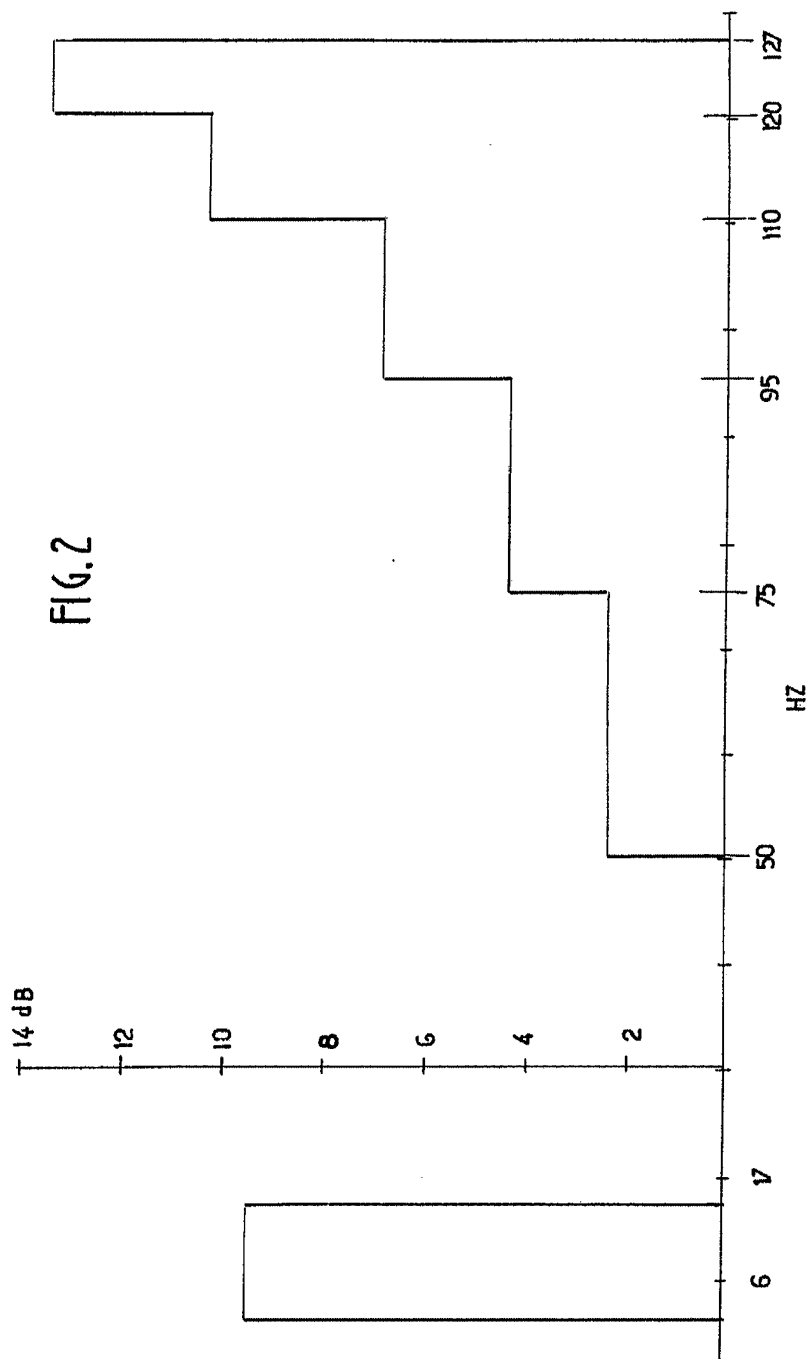
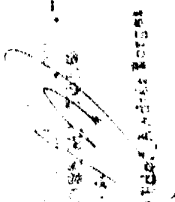


FIG. 2


 Date: 10/15/55
 Dept. Analysis & Design

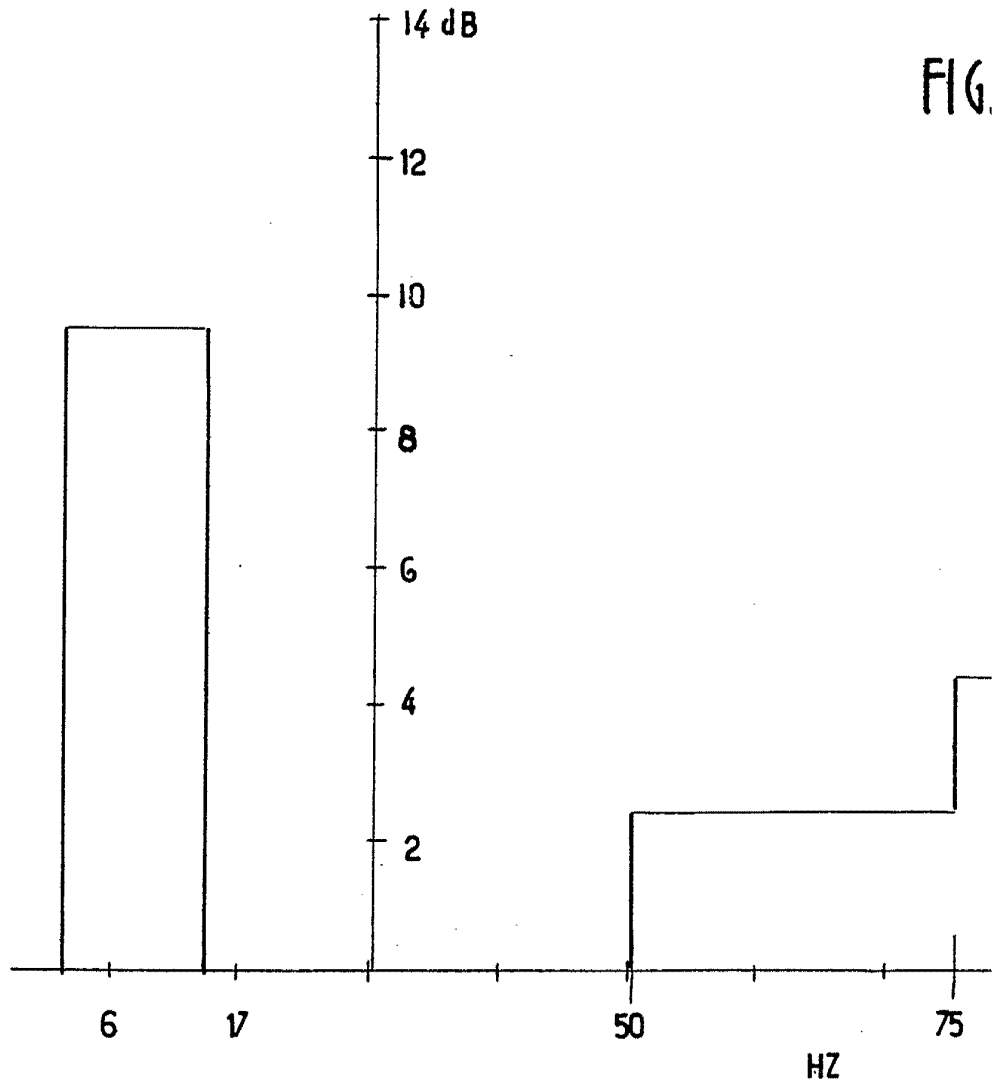
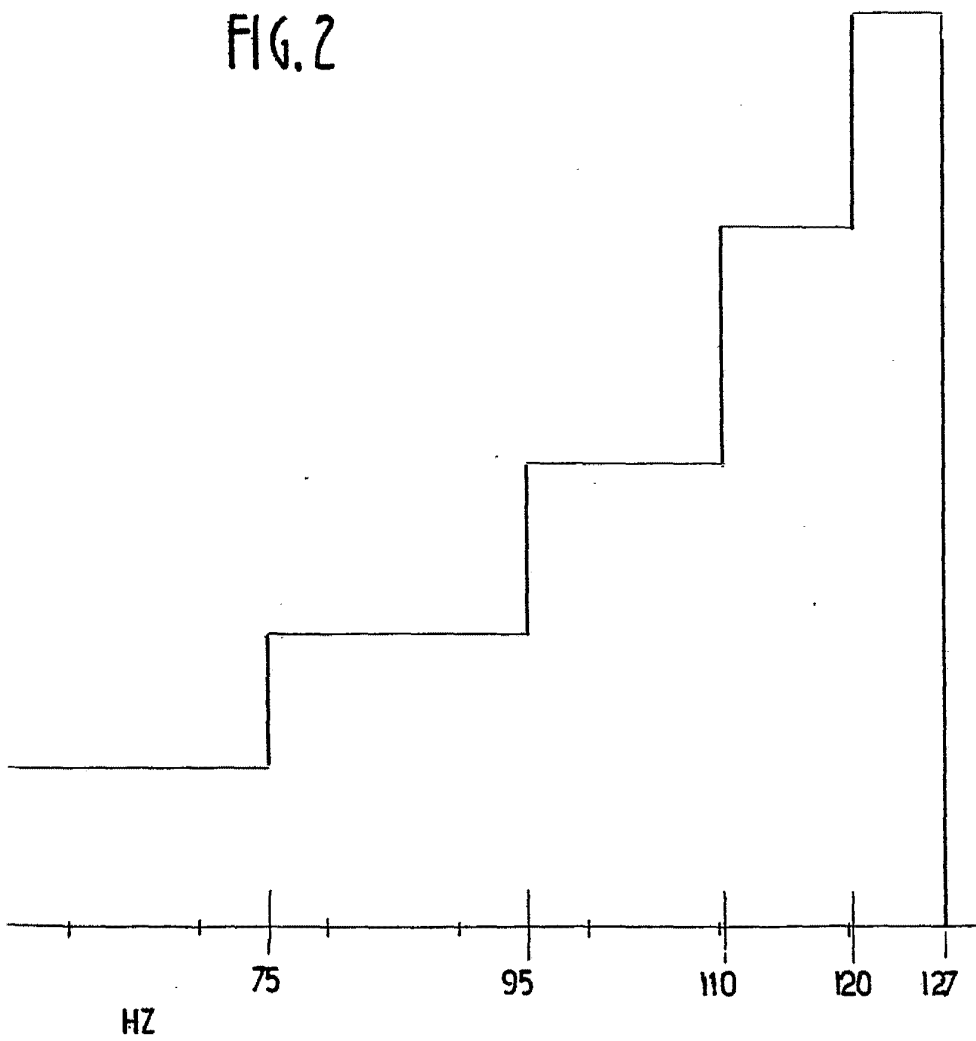


FIG.

FIG. 2



INSTRUMENTS & EQUIPMENT DIVISION
P.A. JOSE M. TORRES

(Fide) Andrés Borge

