



406 355

nº 406.355

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

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España,
sus territorios y plazas de soberanía, a
favor de:

CONTINENTAL OIL COMPANY

una corporación del Estado de Delaware,
domiciliada en 1000 South Pine Street,
Ponca City, Oklahoma, U.S.A., relativa a:

"MEJORAS EN LOS METODOS DE PROSPECCION
GEOFISICA"

= = = = =

Inventores: Kenneth Harold Waters, George
 Wesley Rice, Anthony James
 Scanlan y Beverly Bayne Stebens

Prioridades: Solicitudes de patente en U.S.A.
 nos. 174.744 de fecha 25 agosto
 1971 y 228.864 de fecha 24 febre
 ro 1972.

406 355



Int. Cl.: G 01 V

MEMORIA DESCRIPTIVA

La presente invención consiste en un método de prospección por energía sísmica en el cual se utiliza una predeterminada disposición cruzada de fuentes-geófonos para obtener información sísmica de retorno desplegada en cuadratura para el ulterior procesado o tratamiento, con el fin de determinar parámetros de arrumbamiento, buzamiento, velocidad e interactivos. En un aspecto más limitado, la invención consiste en el uso de disposiciones de sondeo en las cuales una pluralidad de fuentes y una pluralidad de receptores o geófonos están dispuestas en líneas respectivas y con ángulos substancialmente rectos entre sí, con lo cual los datos repetidos de disparo o impulso son tratados a través de tramos diagonales de las disposiciones cruzadas, es decir la extensión de la hipotenusa de los cuadrantes, para registrar datos de estratos de dentro del cuadrante respectivo. Los datos derivados para cada uno de los cuadrantes se relacionan entonces uniformemente con respecto a toda la disposición cruzada y a su punto central o centro de modo tal que los datos puedan tratarse eficazmente con respecto a estratos elegidos para indicar la información deseada de arrumbamiento, buzamiento, velocidad, etc. (información de ABV). La invención proporciona un método preciso de reconocimiento que puede efectuarse en

406355



un tiempo muy corto por encima de una gran zona o área para proporcionar información inicial valiosa con respecto a la información de arrumbamiento, buzamiento y velocidad, siendo entonces utilizada tal información para planear la

5. ulterior técnica de sondeo o para tomar decisiones sobre la ulterior exploración. - - - - -

Así, es un objetivo de la presente invención proporcionar un método de prospección geofísica que facilita un conjunto inicial de datos sísmicos definitivos de arrumbamiento, buzamiento y velocidad de intervalos para estratos preseleccionados de una gran zona de terreno sin necesitar una información continua de sondeo a lo largo de una línea de examen. Otros objetivos y ventajas de la presente invención resultarán evidentes de la siguiente descripción

10. detallada cuando se lea conjuntamente con los planos anexos que ilustran la invención. - - - - -

15.

Breve Descripción de los Planos

La Fig. 1 es un esquema en planta de una distribución de fuentes-receptores tal como se emplea según la

20. presente invención; - - - - -

La Fig. 2 es una representación de un modelo tridimensional que ilustra trayectos de señales de energía acústica, tal como se realizan según la presente invención; - - - - -

25. La Fig. 3 es un esquema en planta de despliegues

406355



de fuentes y de receptores geofónicos individuales, tal co
mo pueden utilizarse en la presente invención; - - - - -

5. La Fig. 4 es un esquema que ilustra la relación
geométrica de los parámetros de datos utilizados en el tra
tamiento de la presente invención; - - - - -

La Fig. 5 es un esquema de bloques de un progra
ma de tratamiento de datos que puede utilizarse al reali
zar la presente invención; - - - - -

10. La Fig. 6 ilustra un ejemplo de una salida de in
formación que puede utilizarse en la presente invención; -

La Fig. 7 ilustra a título de ejemplo una forma
de salida de datos de disposición cruzada en forma no co
rregida; - - - - -

15. La Fig. 8 ilustra una forma mejorada de salida
de información para los datos de la Fig. 7 después de la
corrección para eliminar la diferencia de tiempo elegida;-

20. La Fig. 9 es un esquema en planta de una estruc
tura alternativa de despliegues de disposiciones cruzadas
de fuentes-receptores que facilita la adquisición de datos
de energía sísmica localizados y desplazados; - - - - -

La Fig. 10 es una vista esquemática en alzado de
la distribución de despliegues de disposiciones cruzadas
de la Fig. 9; y - - - - -

406355



La Fig. 11 es un esquema en alzado que ilustra despliegues espaciados de disposiciones cruzadas con propagación refractiva de energía sísmica a través de la zona desplazada de información. - - - - -

5.

Descripción Detallada de la Invención

El método de prospección de reconocimiento de la presente invención puede efectuarse utilizando una disposición cruzada 10 de sondeo como la ilustrada en la Fig. 1. La disposición cruzada 10 de sondeo está compuesta por una pluralidad de fuentes $S_1 - S_{12}$ que están colocadas de manera equiespaciada a lo largo de una línea 12 de fuentes y, en relación cruzada, de forma substancialmente perpendicular, una pluralidad de receptores $R_1 - R_{12}$ que están colocados con un espaciado idéntico o muy similar a lo largo de una línea 14 de receptores. La energía de una sola señal de reflexión, substancialmente en línea recta, proporcionará información dentro de una disposición de puntos de reflexión que es controlada en el tratamiento para definir un despliegue cuadrado o rectangular tal como la disposición ABCD de reflexión, o disposición 16, que resulta de la energía sísmica que emana de las fuentes $S_7 - S_{12}$ para la detección por los receptores $R_7 - R_{12}$. De manera similar, las disposiciones 18, 20 y 22 de reflexión de cada uno de los restantes cuadrantes de la disposición 10 de disparo están configuradas análogamente por reflexiones primarias según son efectuadas a través de la diagonal entre los extremos de las respectivas línea 12 de fuentes y la línea 14 de re-



406355

ceptores. Así, la energía que emana de las fuentes $S_7 - S_{12}$ configurará una disposición 22 de puntos de reflexión simultáneamente con la configuración de la disposición 16 cuando los receptores $R_1 - R_6$ detectan también energía sísmica de retorno del plano subterráneo en cuestión. La iniciación de la energía de impulso desde las fuentes $S_1 - S_6$ servirá entonces para proporcionar una información de estado que configure las respectivas disposiciones 18 y 20 de puntos de reflexión, la cual energía es detectada en los receptores $R_7 - R_{12}$ y $R_1 - R_6$, respectivamente. - - - - -

La Fig. 2 ilustra, de forma simplificada, la manera en que se utiliza la disposición cruzada de fuentes y de receptores sísmicos para configurar las mencionadas disposiciones de puntos de reflexión en algún nivel subterráneo o estrato litológico. Así, la disposición cruzada de receptores se dispone o instala sobre la superficie 24 alrededor de un punto central 26 de las líneas cruzadas 28 y 30. Los receptores $R_1 - R_6$ están espaciados a lo largo de la línea 28 mientras que las fuentes $S_1 - S_6$ quedan a lo largo de la línea 30. El sondeo por energía sísmica y el tratamiento subsiguiente tienen lugar entonces con respecto a un estrato 32 particularmente significativo con respecto a la indagación de información y las disposiciones 34, 36, 38 y 40 de puntos de reflexión podrían constituir un despliegue en cuadratura substancialmente rectangular de puntos de reflexión en el estrato 32. La energía que emana de la fuente sísmica S_1 se desplazaría a lo largo de los trayectos de recorrido como se indica para la refle

406355



xi3n en la primera fila 42 de puntos de reflexi3n de cada una de las disposiciones 38 y 40, con lo cual esta informaci3n ser3a devuelta hacia los receptores $R_1 - R_6$ de la l3nea 28. Subsiguientemente, la fuente S_2 ser3a excitada para propagar energ3a s3smica que se reflejar3a desde los puntos de reflexi3n de la fila 44 para volver hacia los receptores $R_1 - R_6$, y otros circuitos adicionales de fuentes-receptores tender3an a completar la informaci3n de reflexi3n para las disposiciones 38 y 40 de puntos de reflexi3n.

La obtenci3n de informaci3n para las dos restantes disposiciones 36 y 34 de puntos de reflexi3n del despliegue en cuadratura se efectuar3a de la misma manera. Esto es: la excitaci3n de la fuente S_6 proporcionar3a datos de reflexi3n para puntos de reflexi3n de la fila 46 de las disposiciones 34 y 36, mientras que la excitaci3n subsiguiente de las fuentes S_5, S_4 , etc. proporcionar3a informaci3n progresiva de puntos de reflexi3n para completar los datos de las disposiciones. En cada caso, la energ3a de las fuentes es transmitida diagonalmente y entre extremos de las l3neas del despliegue. Esto se ilustra muy bien en la Fig. 1, en la cual la disposici3n 16 de puntos de reflexi3n est3 formada por energ3a procedente de las fuentes $S_7 - S_{12}$ seg3n es recibida por los receptores $R_7 - R_{12}$. En este caso, la energ3a que emana de la fuente s3smica S_7 se reflejar3a desde cada uno de los puntos de reflexi3n de la fila 48 de la disposici3n 16 de puntos de reflexi3n. De ma



nera similar y con las sucesivas iniciaciones de impulsos, la energía procedente de la fuente S_8 proporcionaría energía de reflexión para la fila 50, S_9 desde la fila 52, etc., hasta que todas las filas de la disposición 16 de puntos de reflexión estuvieran completadas y registradas desde los receptores $R_7 - R_{12}$ para utilizar en el tratamiento y valoración subsiguientes. - - - - -

Las fuentes $S_1 - S_{12}$ están situadas a lo largo de la línea 12 de fuentes que es, preferentemente pero no necesariamente, perpendicular a la línea 14 de receptores. Cuando sea posible se preferirá la alineación perpendicular; sin embargo, en el caso de que las limitaciones del terreno no lo permitan, pueden realizarse ajustes de alineación y de despliegue en la superficie y puede regularse la computación y el tratamiento subsiguientes de datos para tener en cuenta tales variaciones. Puede ser necesario o deseable dejar vacantes las posiciones próximas al centro de la línea 12 de fuentes y de la línea 14 de receptores. Esto es: las posiciones de fuentes y de receptores próximas al centro del cruzamiento no se utilizan debido a que cierta energía inherente de interferencia planteará problemas particulares. Así, si bien pueden emplearse tanto fuentes impulsivas como fuentes vibratorias, los efectos de dispersión superficial pueden dictar que se emplee un trayecto de reflexión relativamente largo. Esto será especialmente cierto cuando se utilicen sistemas vibratorios, puesto que es necesario proporcionar disposiciones de receptores y fuentes en las cuales las ondas de la superficie y

406355



1972

de cerca de la superficie sean de amplitud considerablemente reducida y esto se logra más exactamente omitiendo las posiciones del centro del cruzamiento. - - - - -

Bajo condiciones en que las posiciones más próximas

- 5. mas al centro estén desplazadas puede ser deseable disponer en cada posición de receptor, una disposición en línea recta, más larga de lo normal, a lo largo de la línea de receptores. Como se ilustra en la Fig. 3, la línea 14 de receptores utiliza un despliegue de geófonos en línea recta
- 10. en cada una de las posiciones $R_7 - R_{12}$ de receptores. Esto proporciona, efectivamente, una visión directa de la energía entrante relativa a las posiciones exteriores o extremas de la línea 12 de fuentes, es decir las fuentes $S_1 - S_6$ y $S_7 - S_{12}$, dado que se eliminan las fuentes y los receptores desplazados próximos con ángulo limitado de incidencia de forma tal que queda entonces disponible, en cada
- 15. posición de receptor, un componente suficientemente largo del grupo de geófonos. Las disposiciones de vibradores pueden también aumentarse correspondientemente de longitud,
- 20. pero todas quedarán a lo largo de la línea 12 de fuentes. Debe observarse también que, para aquellas combinaciones en las cuales la disposición lineal de fuentes será relativamente eficaz, la disposición lineal de receptores será relativamente ineficaz y viceversa. La determinación de
- 25. las configuraciones adecuadas de las disposiciones de receptores y de fuentes se realizará mediante ensayos in situ de la manera usual. - - - - -



Para horizontes reflejantes planos, es decir, un estrato subterráneo elegido, las reflexiones procedentes de un juego de fuentes de a lo largo de una mitad de una disposición cruzada y registradas a lo largo de una mitad de los receptores de la disposición cruzada, ocuparán evidentemente posiciones en planta como se ilustra en las disposiciones rectangulares 18, 20 y 22 de puntos de reflexión. Entonces, para un estrato reflejante plano pero no horizontal, las disposiciones rectangulares se desplazarán para tener en cuenta el hecho de que el plano de trayecto de recorrido no es ya vertical. Las cuatro disposiciones rectangulares 16-22 se desplazarán en la misma dirección en una cantidad igual, desplazamiento que no afecta al sistema de computación para determinar los resultados finales de salida. - - - - -

Como se ilustra en la Fig. 1, el punto C de profundidad de la disposición 16 de puntos de reflexión se origina de la energía que pasa de la fuente S_{12} al receptor R_{12} y hay un desplazamiento relativamente largo en comparación con el trayecto de recorrido que define el punto A que es definido por la energía procedente de la fuente S_7 que pasa al receptor R_7 . Por ello, el tiempo de llegada de una reflexión dada a estas dos trazas será muy diferente debido al sobrerrecorrido normal, incluso si el plano o estrato reflejante es horizontal. Se darán diferencias similares de tiempo, en cantidades diferentes, dependiendo éstas de la diferencia de desplazamiento, para to-

406 355



dos los puntos del interior del rectángulo ABCD o disposición 16 de puntos de reflexión. Resulta también que las restantes disposiciones rectangulares 18, 20 y 22, desplegadas en cuadratura, se formarán de manera similar con respecto al estrato subterráneo elegido. - - - - -

- 5.
- Para una instalación normal in situ, pueden utilizarse de diez a veinte unidades de fuente y de diez a veinte despliegues de geófonos con una diferencia total de extremo a extremo del orden de 1,5 a 3 millas (aprox., de 2,775 km a 5,550 km). Puede observarse entonces que, si la distancia de extremo a extremo es de 2 millas (aprox., 2,700 km), el área cubierta por los puntos de reflexión será de 1 milla cuadrada (aprox., 3,420 km²) en todos los horizontes reflejantes. Esta relación puede estar afectada ligeramente por desviaciones de los horizontes reflejantes respecto a la horizontal. Para el horizonte reflejante sin buzamiento, será posible elegir una velocidad media con respecto a este estrato que determinará de tal forma los sobrerrecorridos normales asociados con los puntos individuales de reflexión que reducirá la postura de las cuatro disposiciones rectangulares de puntos de reflexión a un solo plano llano. Si la velocidad no es correcta, dará lugar a una superficie compleja de simetría alrededor de dos direcciones perpendiculares y el ajuste de un plano de cuadrados mínimos con respecto a la serie total de los puntos de profundidad originará una desviación mayor. Puede también elegirse una velocidad media para la energía procedente de una capa reflejante inclinada excepto que el plano óptimo
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

406355



resultante, de cuadrados mínimos, declinará, y su ángulo de buzamiento y de arrumbamiento puede determinarse de forma tal que haga que la desviación sea mínima. Se obtendrá también la velocidad media adecuada para la reflexión. - -

- 5. El método de la presente invención puede realizarse utilizando un equipo sísmico normal de campo para obtener las medidas de los parámetros subsuperficiales con respecto al arrumbamiento, buzamiento, velocidad y profundidad respecto al horizonte reflejante en la zona especificada de exploración. El tratamiento de datos puede realizarse en un equipo analógico o por sistemas de tratamiento digital y el sistema de computación digital programada ha demostrado ser la manera más eficaz de tratar los datos sísmicos correspondientes, exponiéndose posteriormente tal programa. - - - - -

- 15. Las medidas de entrada incluirán tiempo de recorrido desde la fuente al estrato reflejante y al receptor para por lo menos cuatro trayectos independientes y preferentemente más, para una mayor seguridad de las estimaciones paramétricas. La estimación de velocidad no supondrá un plano llano sin buzamiento, como es el caso con la mayor parte de estimaciones de velocidad, y todos los parámetros se dejan variar simultáneamente hasta que se obtiene el mejor ajuste a los tiempos de recorrido. - - - - -

- 20. Con referencia a la Fig. 4, supongamos una capa V de velocidad constante entre el plano o superficie de re

406355



ferencia y el horizonte reflejante 170. La cantidad c es la distancia perpendicular desde un origen elegido al plano reflejante. Las cantidades L y m son cosenos directores de la perpendicular con respecto a los ejes X e Y , respectivamente. Así, si n es el coseno director con respecto al eje Z , se establece la relación - - - - -

$$L^2 + m^2 + n^2 = 1 \tag{1}$$

La ecuación del plano es entonces - - - - -

$$Lx + my + nz = c \tag{2}$$

10. Se ilustran también en la Fig. 4 las relaciones geométricas adicionales para un trayecto de recorrido expresado como Q_i que se extiende desde la posición $P_j(x_j, y_j, 0)$ de fuentes y la posición $P_i(x_i, y_i, 0)$ de receptores. El punto imagen del trayecto de recorrido o fuente P_j es el punto I_{ij} y el punto de reflexión en el horizonte reflejante 32 es R_{ij} . Así, el trayecto de reflexión desde P_j a R_{ij} y a P_i es igual que la distancia I_{ij} a P_i en donde I es la imagen de P_j en el plano dado. Entonces, resulta que

$$D^2_{ij} = \sqrt{x_j - x_i}^2 (1 - 2L^2) + 2Lmx_i - 2Lc \tag{3}$$

$$+ \sqrt{y_j - y_i}^2 (1 - 2m^2) + 2Lmy_i - 2mc$$

$$+ \sqrt{2nc - 2Lnx_i - 2nmy_i}^2$$

en donde D es igual a la distancia de la fuente al reflector y al receptor. - - - - -

406355



Haciendo K igual a $1/V^2$ y n^2 igual a la cantidad $(1 - L^2 - m^2)$, en la cual V es igual a la velocidad y T es igual al tiempo de recorrido de la energía, entonces se establece la relación - - - - -

5.
$$T_{ij}^2 = K \left[\sqrt{x_j - x_i (1 - 2L^2)} + 2Lmy_i - 2Lc\sqrt{}^2 \right. \\ \left. + \sqrt{y_j - y_i (1 - 2m^2)} + 2Lmx_i - 2mc\sqrt{}^2 \right. \\ \left. + 4(1 - L^2 - m^2) \sqrt{c - Lx_i - my_i}^2 \right] \quad (4)$$

Se determinan entonces los parámetros L, V, m y c para el caso en que la relación - - - - -

10.
$$\sum_{ij} = (t_{ij} - T_{ij})^2 \quad (5)$$

es un mínimo, y t_{ij} son los tiempos de desplazamiento medidos. Los tiempos de reflexión utilizados en este punto pueden medirse por medio del uso de equipo sísmico normal. -

15. Dado que es necesario estimar cuatro parámetros independientes, es necesario que se midan por lo menos cuatro trayectos independientes al plano a fin de obtener una solución. Para la cancelación de los errores estadísticos añadidos, se recomienda que se midan y utilicen también varios otros trayectos, del orden de por lo menos diez. Conociendo las posiciones de las fuentes y de los receptores y el tiempo medido de desplazamiento para todos los trayectos, pueden estimarse L, m, n, c y V. Como estos parámetros varían no linealmente, deben utilizarse técnicas de estimación

20.

406355



ción normales no lineales al formular los valores estimados. Así, se sugiere utilizar técnicas tales como las descritas en "BMD, Biomedical Computer Programs, X-Series Supplement" ("BMD, Programas Biomédicos de Computadores, Suplemento Serie X"), técnicas que utilizan iteraciones escalonadas de Gauss-Newton, hallándose estos procesos bien documentados en la literatura de estadística desde aproximadamente 1960. - - - - -

5.

La utilización de esta técnica requerirá que se definan la función (Ecuación 1) y las derivadas parciales de la función con respecto a cada parámetro. Así, las derivadas parciales anteriormente mencionadas pueden definirse como sigue: - - - - -

10.

15.
$$\frac{\delta T_{ij}}{\delta V} = \frac{-1}{V^2} \left[\sqrt{x_j - x_i (1 - 2L^2) + 2Lmy_i - 2Lc} \sqrt{y_j - y_i (1 - 2m^2) + 2Lmx_i - 2mc} \sqrt{c - Lx_i - my_i} \right] \frac{1}{2} \quad (6)$$

20.

$$\frac{\delta T_{ij}}{\delta L} = \frac{4}{V} \left[(x_j - x_i (1 - 2L^2) + 2Lmy_i - 2Lc) (2Lx_i + my_i - c) + mx_i (y_j - y_i (1 - 2m^2) + 2Lmx_i - 2mc) - 2x_i (1 - L^2 - m^2) (c - Lx_i - my_i - 2L(c - Lx_i - my_i)^2) \right] \left[2\sqrt{x_j - x_i (1 - 2L^2) + 2Lmy_i - 2Lc} \sqrt{y_j - y_i (1 - 2m^2) + 2Lmx_i - 2mc} + 4(1 - L^2 - m^2) (c - Lx_i - my_i)^2 \sqrt{1/2} \right]^{-1} \quad (7)$$

406355



5.
$$\frac{\delta T_{ij}}{\delta m} = \frac{4}{V} \left[\begin{aligned} &Ly_i (x_j - x_i (1 - 2L^2) + 2Lmy_i - 2Lc) \\ &(y_j - y_i (1 - 2m^2) + 2Lmx_i - 2mc) \\ &(2my_i + Lx_i - c) \\ &-2y_i (1 - L^2 - m^2) (c - Lx_i - my_i) \\ &-2m (c - Lx_i - my_i)^2 \end{aligned} \right] \\ \left[\begin{aligned} &2 (x_j - x_i (1 - 2L^2) + 2Lmy_i - 2Lc)^2 \\ &+ (y_j - y_i (1 - 2m^2) + 2Lmx_i - 2mc)^2 \\ &+ 4(1 - L^2 - m^2) (c - Lx_i - my_i)^2 \sqrt{1/2} \end{aligned} \right]^{-1} \quad (8)$$

10.
$$\frac{\delta T_{ij}}{\delta c} = \frac{-4}{V} \left[\begin{aligned} &L(x_j - x_i (1 - 2L^2) + 2Lmy_i - 2Lc) \\ &+ m (y_j - y_i (1 - 2m^2) + 2Lmx_i - 2mc) \\ &- 2 (1 - L^2 - m^2) (c - Lx_i - my_i) \end{aligned} \right] \\ \left[\begin{aligned} &2 (x_j - x_i (1 - 2L^2) + 2Lmy_i - 2Lc)^2 \\ &+ (y_j - y_i (1 - 2m^2) + 2Lmx_i - 2mc)^2 \\ &+ 4 (1 - L^2 - m^2) (c - Lx_i - my_i)^2 \sqrt{1/2} \end{aligned} \right]^{-1} \quad (9)$$

15. Si el horizonte reflejante es notoriamente diferente de un plano, quedarán afectadas las estimaciones de la dirección y de la cantidad de buzamiento, así como la velocidad media. La validez de la suposición de planeidad puede ensayarse tratando los datos por mitades de cuadrante (Q), es decir, computando estimaciones independientes para (Q₁, Q₂), (Q₃, Q₄), (Q₁, Q₄), (Q₂, Q₃). Si estas estimaciones son suficientemente próximas al mismo valor, la

20.

406355



suposición de planeidad es válida. - - - - -

Debido al alto grado de correlación entre los pa
rámetros de (L, m) de buzamiento y el parámetro de velocidad
para un solo cuadrante, no es práctico estimar parámetros

- 5. separados (L, m, V) para cada cuadrante, independientemen-
te. Sin embargo, debido a las características físicas de
velocidad media, es razonable suponer que la velocidad me-
dia permanece substancialmente constante por toda la extens
sión de los cuatro cuadrantes, aún cuando la dirección y
- 10. la cantidad de buzamiento cambie de un cuadrante al conti-
guo. Si la calidad de los datos es demasiado mala, puede
ser necesario acotar la cantidad de cambio que puede tole-
rarse en el azimut para cada uno de los cuatro cuadrantes.
Este acotamiento puede ser impuesto en la solución matemá-
tica para las estimaciones paramétricas. - - - - -
- 15.

Se requieren las siguientes derivadas para el
análisis de los cuadrantes. En esta solución, se obtienen
estimaciones de (L, m, c) para cada cuadrante, si bien se
requiere que la estimación de velocidad sea igual para ca-
da cuadrante. - - - - -

20.

Se da a continuación la ecuación para el tiempo
 T_{ij} de recorrido desde la fuente al horizonte reflejante y
de ahí al receptor, siendo los parámetros ($L_1, L_2, L_3,$
 L_4), (m_1, m_2, m_3, m_4) y (c_1, c_2, c_3, c_4) los cosenos direct
tores respectivos para cada cuadrante, y siendo V la velo-
cidad media respecto al horizonte reflejante. - - - - -

25.

406355

18



Así, -----

$$T_{ij} = \frac{i}{V} (S^2 + P^2 + 4UW^2)^{1/2} \quad (10)$$

donde -----

$$S = \sum_{k=1}^4 q_k [x_j - x_i (1 - 2L_k^2) + 2L_k m_k y_i - 2L_k c_k], \quad (11)$$

5.
$$W = \sum_{k=1}^4 q_k [1 - L_k^2 - m_k^2], \quad (12)$$

$$U = \sum_{k=1}^4 q_k [c_k - L_k x_i - m_k y_i], \quad (13)$$

$$P = \sum_{k=1}^4 q_k [y_j - y_i (1 - 2m_k^2) + 2L_k m_k x_i - 2m_k c_k] \quad (14)$$

10. (x_i, y_i) es la coordenada de la fuente i , (x_j, y_j) es la coordenada del receptor j y q_k es una variable binaria que asume un valor de uno cuando su fuente i y su receptor j miden un punto de base que cae en el cuadrante k con valor cero para otros cuadrantes. -----

15. El proceso de estimación no lineal requiere que se valoren las derivadas parciales de T_{ij} con respecto a cada parámetro. Las relaciones funcionales para estas derivadas parciales son: -----

$$\frac{\delta T_{ij}}{\delta V} = \frac{-1}{V^2} (S^2 + P^2 + 4UW^2)^{1/2} \quad (15)$$



406355

$$\frac{\delta T_{ij}}{\delta L} = \frac{1}{V} (S^2 + P^2 + 4UW^2)^{-1/2}$$

$$\left(S \frac{\delta S}{\delta L} + P \frac{\delta P}{\delta L} + 2W^2 \frac{\delta U}{\delta L} + 4UW \frac{\delta W}{\delta L} \right) \quad (16)$$

obteniéndose expresiones similares a (16) para las derivadas parciales con respecto a m y c por substitución de L por el símbolo apropiado. - - - - -

5.

Los valores de $\frac{\delta S}{\delta L}$, $\frac{\delta S}{\delta m}$ y $\frac{\delta S}{\delta c}$ pueden ser entonces derivados fácilmente de las expresiones (11), (12), (13) y (14). - - - - -

10.

La Fig. 5 ilustra un esquema de bloques que representa un programa que puede utilizarse para el control de equipo digital de tratamiento de datos que funciona según el método de la presente invención. Así, empieza un programa 70 con una etapa 72 de entrada que funciona con una etapa 74 de tratamiento para leer las medidas de entrada para una zona localizada dada, las cuales medidas de entrada incluyen tiempos de recorrido para cualquier número de horizontes reflejantes, y estimaciones para los valores de V, L y m. Estos valores quedan disponibles utilizando cualquiera de varios bien conocidos equipos analógicos o analógicos/digitales de tratamiento de señales sísmicas. La salida de la etapa 74 de tratamiento se aplica entonces a una etapa 76 de tratamiento que funciona para realizar correcciones en los tiempos de entrada. La etapa 76 de trata-

15.

20.

406355



- miento realizará cualesquiera correcciones que puedan ser necesarias en los tiempos de recorrido de entrada; es decir, las correcciones de elevación de las fuentes y de los receptores, la reinserción de Δt , la eliminación de los
5. tiempos asociados con una posición determinada de fuente o de receptor, etc. Las entradas para la entrada 78 de datos locales y la entrada 80 de datos desplazados, así como la etapa 82 de corrección, sirven durante el tratamiento alternativo de datos, como se expondrá adicionalmente después. -
10. La salida de la etapa 76 de tratamiento se aplica entonces a una etapa 84 de tratamiento predefinido que sirve para computar una estimación inicial de c para cada horizonte o estrato reflejante. Así, esto significa la computación de una estimación de la profundidad perpendicular
15. al estrato elegido para la investigación. La salida de la etapa 84 de tratamiento predefinido se aplica a una etapa 86 de tratamiento que sirve para elegir y almacenar cierta información relativa al tratamiento. La etapa 86 de trata-
20. miento de salida, hacia dispositivos de almacenaje temporal, a la estimación de la velocidad V , una estimación de la profundidad perpendicular c , así como los tiempos corregidos de recorrido de energía y sus posiciones correspondientes de fuentes y receptores. La salida de la etapa 86 de tratamiento avanza a través de una etapa 88 de trata-
25. miento en la cual se realiza una selección de datos relativos a un horizonte reflejante específico. La etapa 88 sirve para leer los valores estimados iniciales para la velocidad V , el valor L y los tiempos respectivos de recorrido

406355



con sus posiciones de fuentes y receptores para un horizonte reflejante específico. Se dispone también de la entrada de datos desde el terminal B por la línea 90, como se describirá. - - - - -

- 5. El flujo de información desde la etapa 88 de tratamiento sigue entonces hacia una etapa 92 de tratamiento predefinido que sirve para determinar la estimación óptima de los valores V, L, m y c, realizando esta etapa la técnica de la estimación no lineal normal. Como se ha descrito anteriormente, la etapa 92 de tratamiento predefinido utiliza iteraciones escalonadas de Gauss-Newton y estas técnicas utilizan la función (1) así como las derivadas parciales (6-9) de la función con respecto a cada uno de los valores V, c, L y m. Debe utilizarse una solución iterativa a fin de obtener una solución de cuadrados mínimos debido al hecho de que los parámetros V, L, m y c estén relacionados no linealmente. - - - - -
- 10.
- 15.

- 20. La salida de la etapa 92 de tratamiento predefinido sigue entonces hacia una etapa 94 de tratamiento en la cual se inscriben en cinta magnética los datos de tiempo residual para cada iteración, esto es, la diferencia entre el tiempo de entrada y el tiempo obtenido por valoración de la función (1) para una iteración. Opcionalmente, pueden ahorrarse los tiempos residuales para todos los trayectos fuente-receptor. Estos tiempos pueden utilizarse subsiguientemente para proporcionar una estimación de declive o para comprobar la suposición de un reflector pla-
- 25.



406355

- no. La salida de la etapa 94 de tratamiento avanza entonces hacia una etapa 96 de tratamiento predefinido que efectúa la determinación de la dirección y la cantidad de buzamiento para el horizonte o estrato reflejante elegido. Esta etapa utiliza las estimaciones finales de V , c , L y m para realizar tal determinación, y se da entonces salida a esta información hacia la etapa 98 para proporcionar un registro de salida. La etapa 98 proporciona una impresión de datos para información de V , c , L , m y buzamiento, así como para valores residuales. La etapa 98 de salida se trata también a través de una etapa 100 de decisiones para asegurarse del acabado del tratamiento puesto que la etapa 100 de decisiones comprueba horizontes adicionales relacionados con la zona elegida. Si no existen más horizontes a tratar, la salida negativa por la línea 102 hacia la etapa A de operación auxiliar servirá para acabar la función de tratamiento de datos, siendo esta información reciclada al terminal A y el conductor 104 para la significación hacia la entrada de la etapa 74 de tratamiento. Alternativamente, si existe otro horizonte para la zona, la salida afirmativa por el conductor 106 hacia la etapa B de operación auxiliar proporcionará una indicación por el terminal B y el conductor 90 para reiniciar el tratamiento de datos en la etapa 88 de tratamiento. Así, la etapa 88 de tratamiento leerá valores adicionales de V , L , tiempos de recorrido y posiciones de receptores para los nuevos datos. - - -

La Fig. 6 ilustra, por ejemplo, una forma de gráfica de salida que puede obtenerse utilizando el presente

406355

18 AGO 1972



- método, tal como una salida que proporciona una valiosa herramienta de reconocimiento para tomar ciertas decisiones de planeo y de valoración relativas a una exploración más intensa de una zona. Como se ilustra en la Fig. 6, se realizaron seis secuencias de entrada en disposición cruzada en puntos muy separados para obtener información en cuanto al buzamiento y a la profundidad del retorno de energía sísmica. Resulta evidente de la concordancia de datos que la cantidad mínima de datos de reflexión sísmica proporcionó una gran cantidad de información específica sobre una gran zona. Por ejemplo, si las líneas de fuentes y de receptores son cada una, aproximadamente, de una longitud de dos millas (aprox., 3,700 km), respondiendo esto a una instalación usual, resulta evidente que la valoración de reconocimiento de la Fig. 6 cubre una zona de aproximadamente diez millas (aprox., 18,500 km) en la dimensión 106 por catorce millas (aprox., 25,900 km) en la dimensión 108, un área de 140 millas cuadradas (aprox., 479 km²). Cada una de las disposiciones cruzadas de la gráfica indica la dirección de buzamiento y su cantidad en grados mientras que la disposición misma representa la posición exacta de los sondeos por energía sísmica. Un examen de la dirección de buzamiento en las distintas disposiciones cruzadas demostrará que hay una perfecta concordancia con las curvas reales de nivel del terreno según son representadas por las curvas 110, 112, 114 y 116 de nivel. Con referencia a la dirección de buzamiento y a las cantidades en cada disposición cruzada, puede verse que concuerdan perfectamente,
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.

406355

18 A58-1972



tanto en dirección como en magnitud, con las variaciones de profundidad del estrato a prever como resultado de las curvas particulares 110-116 de nivel. - - - - -

La Fig. 7 ilustra una forma de datos reales de salida según se derivan para una sola disposición cruzada de fuentes-receptores en una posición especificada. Así, la gráfica 120 de salida está compuesta por un centro 122 y un despliegue en cuadratura de disposiciones 124, 126, 128 y 130 de puntos de reflexión constituidas cada una por una pluralidad de puntos reflejantes 132. Los tiempos de llegada de la energía sísmica reflejada se ilustran con valores ascendientes en relación de curvas de nivel. Las curvas de nivel están formadas con intervalos de curvas de nivel de seis milisegundos y no se ha eliminado corrección de tiempo o sobrerrecorrido normal de los tiempos de traza. Así, los tiempos de recorrido de traza de la energía sísmica van de 700 milisegundos en la curva central 134 de nivel hasta 760 milisegundos en la curva 136 de nivel. Los tiempos de llegada de la energía sísmica son mínimos en el centro y máximos en los bordes, dado que no se ha eliminado ΔT y las curvas de nivel son substancialmente circulares debido a la simetría de la distribución del arrumbamiento, del buzamiento y de la velocidad según se hallan aplicados en un estrato horizontal. - - - - -

La Fig. 8 representa una gráfica 140 de la misma disposición cruzada en la cual se ha eliminado el sobrerrecorrido o ΔT normal y, además, el intervalo de curvas de

406355

18



5. nivel se halla ahora reducido a dos milisegundos. Así, puede observarse que si se elimina el ΔT hay una diferencia definida en los valores de tiempo recorrido de la energía así como en la distribución de las curvas de nivel. La gráfica 140 indica claramente una desviación considerable respecto al plano estimado de la estructura subterránea pero, de hecho, es debida principalmente a las condiciones cerca de la superficie. - - - - -

10. Puede observarse que este proceso supone que el horizonte reflejante es un plano por toda la zona de cubrición de la reflexión, es decir una zona que alberga cada una de las disposiciones 124 a 130 de puntos de reflexión desplegados en cuadratura. Si las trazas sísmicas se obtuvieran sobre una superficie curvada de reflectores, es probable que se obtuviera un plano medio de ajuste preciso pero la velocidad sería errónea. Esencialmente, el proceso supondría que la curvatura era debida al sobrerrecorrido normal y se eliminaría en lo máximo posible, obteniendo por ello una velocidad falsa. Así, al registrar sobre un anticlinal pronunciado, puede tenderse a sacar un sobrerrecorrido normal excesivo y a obtener así velocidades que son demasiado lentas, mientras que se puede obtener el efecto contrario cuando se registra la información de traza de disposiciones cruzadas sobre sinclinales. - - - - -

25. La Fig. 9 ilustra una variación de la adquisición de datos con disposiciones cruzadas en la cual un par de disposiciones cruzadas y espaciadas 150 y 152 se utilizan

406355

.18 APR



- para obtener datos localizados relativos a un substrato ele
gido, como se ilustra por medio de las disposiciones respec
tivas 154 y 156 de datos localizados. Así, la activación y
la recepción selectivas de fuentes, por ejemplo entre la lí
nea 158 de receptores y la línea 160 de fuentes, facilitará
5. puntos de recolección y establecimiento o reflexión de da
tos locales dentro de cada uno de los cuadrantes 162, 164,
166 y 168, es decir una disposición localizada con respec
to a la disposición cruzada 150. De manera similar, la exci
tación selectiva a lo largo de la línea 170 de fuentes y de
10. la línea 172 de receptores de la disposición cruzada 152 de
rivará puntos de reflexión que definen datos locales den
tro de las disposiciones localizadas 174, 176, 178 y 180
de los cuadrantes. - - - - -
15. Puede entonces establecerse una disposición 182
de datos desplazados en algún punto aproximadamente inter
medio entre la posición de las disposiciones cruzadas 150
y 152 por medio de la excitación selectiva de fuentes de
una disposición cruzada conjuntamente con receptores de la
otra disposición cruzada. Así, la energía acústica que ema
20. na de las fuentes $S_1 - S_n$ de la línea 160 de fuentes puede
ser recibida a través de los receptores $R_2 - R_{2n}$ de la dis
posición cruzada 152 para establecer una pluralidad de pun
tos de reflexión ordenados dentro de una disposición 182 de
datos desplazados. Con fines de ilustración, se ilustran
25. los puntos 184 de reflexión de los ángulos de la disposi
ción 182 de datos desplazados; sin embargo, debe sobreenten

406355

18 AGO



- derse que la energía de las fuentes, según es recibida en todos los receptores R_2 a R_{2n} , definirá puntos de reflexión en una distribución en cuadratura substancialmente igual, según el buzamiento y las anomalías de los estratos elegidos, por toda la zona de la disposición 182 de datos desplazados. La redundancia y el refuerzo de esta disposición 182 de datos desplazados pueden obtenerse entonces por tratamiento de la energía que se desplaza en la dirección inversa, esto es, la energía acústica que emana de las fuentes $S_2 - S_{2n}$ de la disposición cruzada 152 para la reflexión dentro de la disposición 182 de datos desplazados hacia los correspondientes receptores $R_1 - R_n$ de la disposición cruzada 150. - - - - -
- 5.
 - 10.

- Como puede verse de la Fig. 10, se facilita una gran multiplicación de datos útiles por medio del empleo de tales disposiciones cruzadas espaciadas 150 y 152 con la ventaja adicional de que la disposición adicional 182 de datos muy desplazados se obtiene sin necesidad de mover las posiciones de fuentes-receptores dentro de las disposiciones cruzadas 150 y 152. A título de ejemplo, las anchuras de las disposiciones cruzadas, es decir la longitud de la línea de fuentes y de la línea cruzada de receptores, pueden ser del orden de 2 millas (aprox., 2,700 km), conteniendo aquéllas un número predeterminado de fuentes y de receptores equiespaciados, y si se disponen dos de tales disposiciones a ocho millas de distancia (aprox., 14,820 km), la disposición de datos desplazados puede también obtenerse para la posición de substratos centrada entre las dos dispo
- 15.
 - 20.
 - 25.

406355



siciones cruzadas o aproximadamente centrada dentro del punto de las cuatro millas (aprox., 7,410 km). - - - - -

Las distancias exactas, así como las relaciones exactas y simétricas de las disposiciones de puntos de reflexión de cuadrantes individuales dentro de las disposiciones de datos locales y desplazados, dependerán de las desviaciones de las características de profundidad, de buzamiento y de velocidad del estrato horizontal bajo examen.

5.

En cualquier caso, resulta fácilmente claro que un examen

10.

de reconocimiento puede ser realizado a lo largo de una línea de examen que se extiende por una distancia considerable con solo unos pocos despliegues de disposiciones cruzadas selectivamente elegidas y espaciadas. Los mismos datos derivados para la línea de examen pueden reforzarse además

15.

por la instalación selectiva de disposiciones cruzadas en espaciado oblicuo o substancialmente perpendicular respecto a la línea de examen para coordinar adicionalmente datos de disposiciones desde un substrato elegido sobre una extensión deseada de terreno contigua o dispuesta a cada lado de

20.

la línea de examen. - - - - -

En el caso de que la distancia entre las disposiciones cruzadas locales sea demasiado larga, o si lo dictan las anomalías subsuperficiales, la disposición de información o datos muy desplazados puede derivarse a través de técnicas bien conocidas de refracción. Así, como se ilustra en la Fig. 11, se disponen un par de disposiciones cruzadas espaciadas 190 y 192 sobre la superficie terrestre para

25.

406355

18



- abarcara una zona subterránea elegida. La disposición cruzada 190 está compuesta por una línea 194 de fuentes y por una línea 196 de receptores y puede hacerse trabajar según un modo local para derivar información localizada de disposición cuadrantal (de cuadrante), a partir de una disposición 198 de datos locales según es reflejada por un substrato elegido de debajo de la misma. La derivación de los datos locales es substancialmente igual que la realizada con respecto al método de las Figs. 9 y 10. De manera similar,
5. la disposición cruzada 192, dispuesta a distancia, incluye una línea 200 de fuentes y una línea 202 de receptores que sirven para derivar información localizada para substratos del mismo estado u horizontales con el fin de definir con ello una disposición 204 de puntos de reflexión de datos locales.
10. -----
15. -----

Pueden entonces utilizarse técnicas de sondeo por refracción para establecer los datos de información desplazados en el área subterránea intermedia 206. Así, la energía procedente de las fuentes $S_2 - S_n$ de la disposición cruzada 190 se propaga al substrato elegido para el movimiento de refracción a lo largo del mismo y la detección en los receptores $R_2 - R_{2n}$ de la disposición cruzada 192. Los datos redundantes pueden compilarse por propagación de energía acústica a partir de las fuentes $S_2 - S_{2n}$ de la disposición cruzada 192 hacia el horizonte de refracción para la vuelta a la línea de receptores que comprende los receptores $R_1 - R_n$ de la disposición cruzada 190. El retorno de la energía de refracción se trata entonces de manera bien cono

20. -----

25. -----

406355-18 AGU



cida para derivar la información necesaria de estado que permitirá establecer una disposición de datos desplazados en la zona 206 del substrato. Si se toman medidas para que al menos una posición de vibrador (o, preferentemente, más) sea también una posición de receptor, entonces la profundidad respecto al estrato refractor en las posiciones de fuente y de receptor pueden calcularse utilizando el proceso de los cuadrados mínimos denominado TIME TERM METHOD (Método de término de tiempo). Así, el tratamiento de los datos adquiridos utilizando los modos de las Figs. 9-11 requieren las etapas 78, 80 y 82 de proceso predefinido del esquema de bloques de la Fig. 5. - - - - -

Lo anterior revela un método que utiliza uno o más despliegues de fuentes-receptores en disposiciones cruzadas de ABV, en el cual pueden establecerse azimuts de arrumbamiento, buzamiento y velocidades para uno o más estratos elegidos que quedan debajo del campo de operación, pudiéndose realizar el procedimiento por medio de la utilización de una técnica de estimación no lineal y basándose en el hecho de que los cambios uniformes de velocidad se experimentarán casi siempre progresando desde una disposición cruzada establecida a la siguiente. Con la uniformización de los valores de velocidad, pueden recalcularse fácilmente el buzamiento y el arrumbamiento para cualesquiera puntos elegidos dentro de la cubrición de la disposición de ABV a lo largo de una línea de examen. El establecimiento de los datos de ABV permitirá entonces el ulterior afinado y el tratamiento hasta la salida, que puede consistir en

406355.18



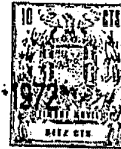
mapas isocronos de uno o más estratos elegidos para distin
 guir mejor trazas de fallas, trayectos en meandro, ejes es
 tructurales y similares, siendo facilitadas estas determi-
 naciones independientemente de las correcciones de declive
 5. de la zona recorrida. - - - - -

Un examen geofísico realizado según la presente
 invención permitirá la utilización de una determinación de
 declive constante modificada, dado que las correcciones de
 declive no pueden repetirse para los mismos puntos de pro-
 fundidad. Tales correcciones pueden compararse y ajustarse
 10. a partir de mapas residuales preparados en cada horizonte
 a partir de determinaciones de ABV. Además, con el estable-
 cimiento de los datos de Puntos de Profundidad Común a lo
 largo de una línea de examen o línea elegida de reflexión,
 15. pueden tratarse individualmente los datos de PPC y propor-
 cionarán información característica de velocidad que queda
 entonces disponible para la ulterior determinación de los
 parámetros de arrumbamiento, buzamiento y análogos. - - -

El método tiene una gran versatilidad puesto que
 20. puede utilizarse para el examen de reconocimiento o el es-
 tablecimiento de datos concentrados para cualquier substra-
 to de varios substratos elegidos de debajo del campo de
 examen. Además, puede adquirirse un máximo de datos al
 tiempo que se precisa un mínimo de movimiento del equipo,
 25. es decir, de reposición medida repetida de vibradores su-
 perficiales, redes seísmónicas y similares. Las flexibili-
 dades inherentes del tratamiento digital de datos facili-

406355

18 AGO. 1972



tan también variaciones respecto a la perpendicular o los ángulos particulares elegidos de despliegue y esta característica resulta particularmente importante en países rocosos o lacustres y en terreno con densos bosques. - - - - -

- 5. Pueden realizarse cambios en la combinación y disposición de etapas indicadas anteriormente en la descripción e ilustradas en los planos, sobreentendiéndose que pueden realizarse cambios en las realizaciones expuestas sin salir del espíritu y del alcance de la invención según se define en la siguiente nota. - - - - -
- 10.

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España, sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - -

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

- 15. 1.- Mejoras en los métodos de prospección geofísica y, más particularmente, en los métodos para derivar datos sísmicos por medio de por lo menos un despliegue en el cual, a lo largo de una primera línea recta, se hallan espaciadamente dispuestos transmisores de energía sísmica y, a lo largo de una segunda línea recta, que intersecta en ángulo recto a dicha primera línea recta, receptores excitables por medio de dichos transmisores de energía sísmica, los cuales receptores y transmisores forman conjuntamente una disposición en cruz, caracterizadas porque, en
- 20.

rej

406355

18 AGO 1974



por lo menos otro despliegue, ha dispuestos transmisores y receptores de energía sísmica en otra disposición en cruz, siendo la dirección de las líneas rectas primera y segunda respectivamente paralela a la de las correspondientes líneas de las varias disposiciones en cruz y siendo la distancia entre disposiciones en cruz contiguas mayor que la longitud de dichas líneas rectas dentro de dichas disposiciones en cruz, y porque los receptores de por lo menos dos disposiciones en cruz contiguas entre sí son simultáneamente excitables por la energía sísmica emitida al excitarse un transmisor perteneciente a una de dichas disposiciones en cruz. - - - - -

5.

10.

2.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque, en cada despliegue, los transmisores y los receptores están dispuestos equidistantes a lo largo de las líneas rectas primera y segunda, respectivamente. - -

15.

3.- Mejoras según la reivindicación 1 ó 2, caracterizadas porque, en al menos algunos despliegues, las posiciones de los transmisores y de los receptores contiguas al punto de intersección de las líneas rectas primera y segunda no están ocupadas por transmisores o receptores. - -

20.

4.- Mejoras según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizadas porque en cada despliegue los transmisores y los receptores están dispuestos a ambos lados del punto de intersección de las líneas rectas primera y segunda. - - - - -

25.

Handwritten signature or initials

406355

18 AGO 1972



5.- Mejoras según la reivindicación 4, caracteri-
zadas porque los transmisores y los receptores están dis-
puestos simétricamente a lo largo de las líneas rectas pri-
mera y segunda con respecto a su punto de intersección. --

5. 6.- Mejoras según la reivindicación 4 ó 5, carac-
terizadas porque los transmisores y los receptores de cada
disposición en cruz están dispuestos para cooperar con ca-
da uno de los otros a través de las bisectrices entre las
líneas rectas primera y segunda. - - - - -

10. 7.- Mejoras según cualquiera de las reivindica-
ciones 1 a 6, caracterizadas porque los transmisores de ca-
da despliegue están dispuestos para ser excitados secuen-
cialmente. - - - - -

15. 8.- Mejoras según una de las reivindicaciones 1
a 7, caracterizadas porque las disposiciones en cruz de
transmisores y receptores están espaciadas periódicamente
a lo largo de una línea de prospección para derivar datos
sísmicos de zonas de a lo largo de dicha línea de prospec-
ción por debajo de dichas disposiciones en cruz y por en-
tre las mismas. - - - - -

20. 9.- "MEJORAS EN LOS METODOS DE PROSPECCION GEOFI-
SICA". - - - - -

Todo ello conforme se describe y reivindica en la
presente memoria que consta de treinta y cinco hojas, folia

pey



1972

406355

das y mecanografiadas por una sola de sus caras, y de cinco láminas de dibujos que la ilustran.

BARCELONA, 18 AGO. 1972

P.A. M. CURELL SUÑOL

M. Curell Suñol

Rey

maf.

406355

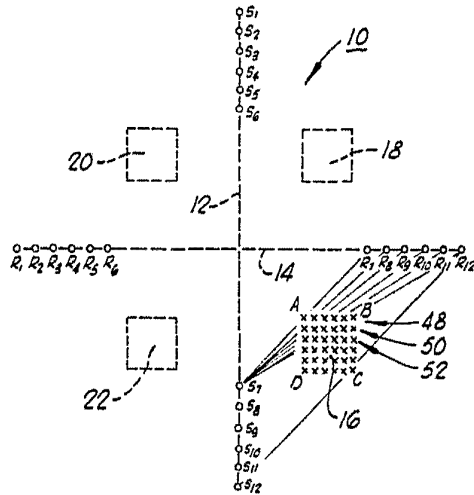


FIG. 1

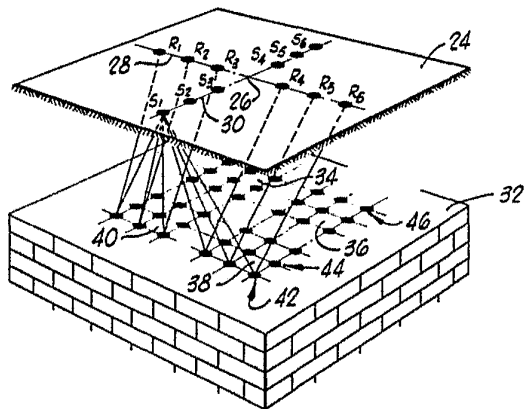


FIG. 2

BARCELONA, SPAIN, 1972

REG. NO. 100000

Man. Ind. or

400355

18 AGO. 1972
 10 11 12 13 14
 15 16 17 18 19
 20 21 22 23 24
 25 26 27 28 29
 30 31 32 33 34
 35 36 37 38 39
 40 41 42 43 44
 45 46 47 48 49
 50 51 52 53 54
 55 56 57 58 59
 60 61 62 63 64
 65 66 67 68 69
 70 71 72 73 74
 75 76 77 78 79
 80 81 82 83 84
 85 86 87 88 89
 90 91 92 93 94
 95 96 97 98 99
 100

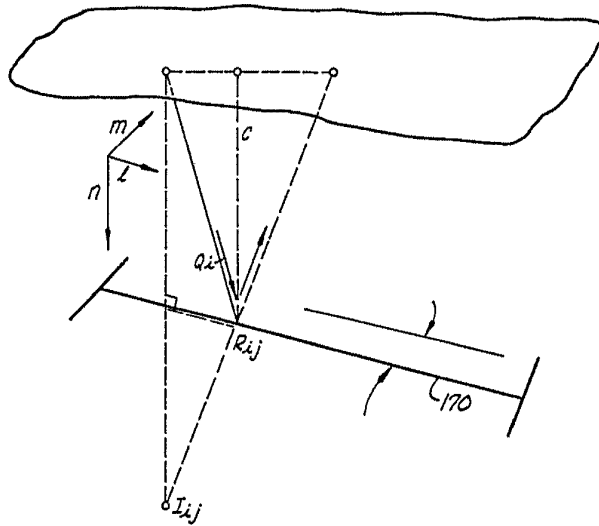


FIG. 1

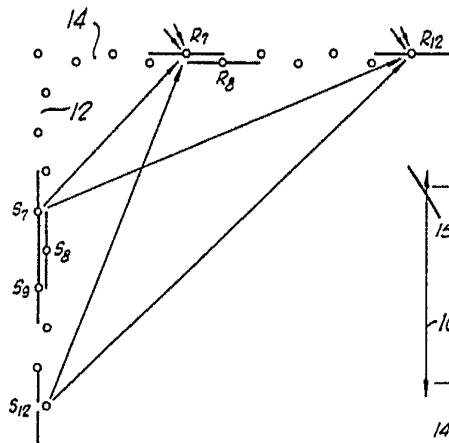


FIG. 2

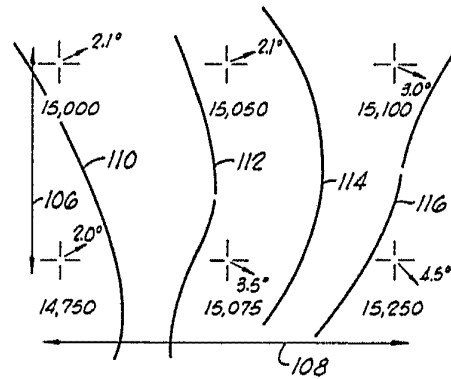


FIG. 3

BARCELONA, 18 AGO. 1972

P. 4 CURELL SUÑOL

Man. Linares

406355

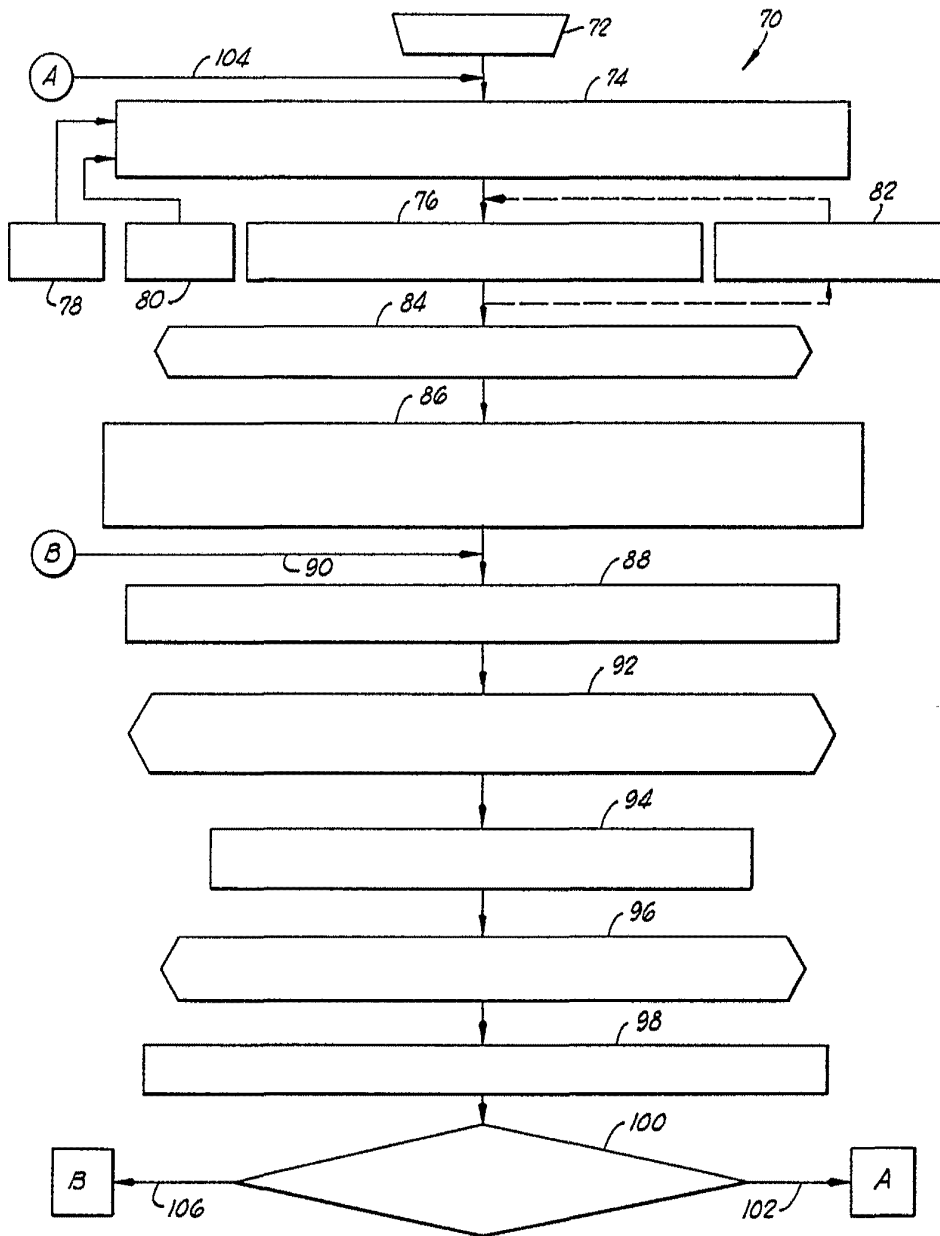


FIG. 3

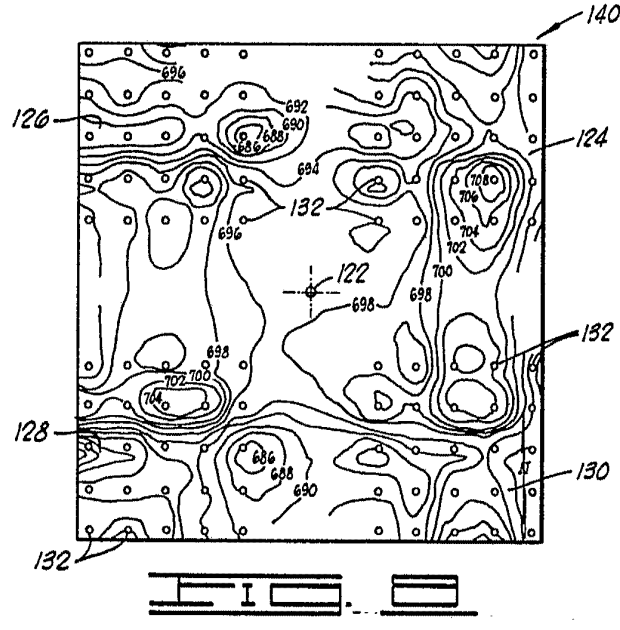
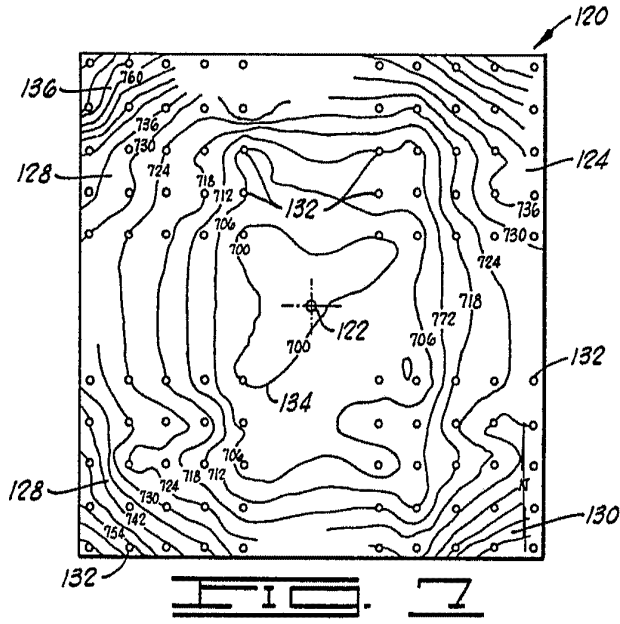
BARCELONA, 18 AGO. 1972

P. A. M. CURELL SUÑO

M. Curell Suño

406355

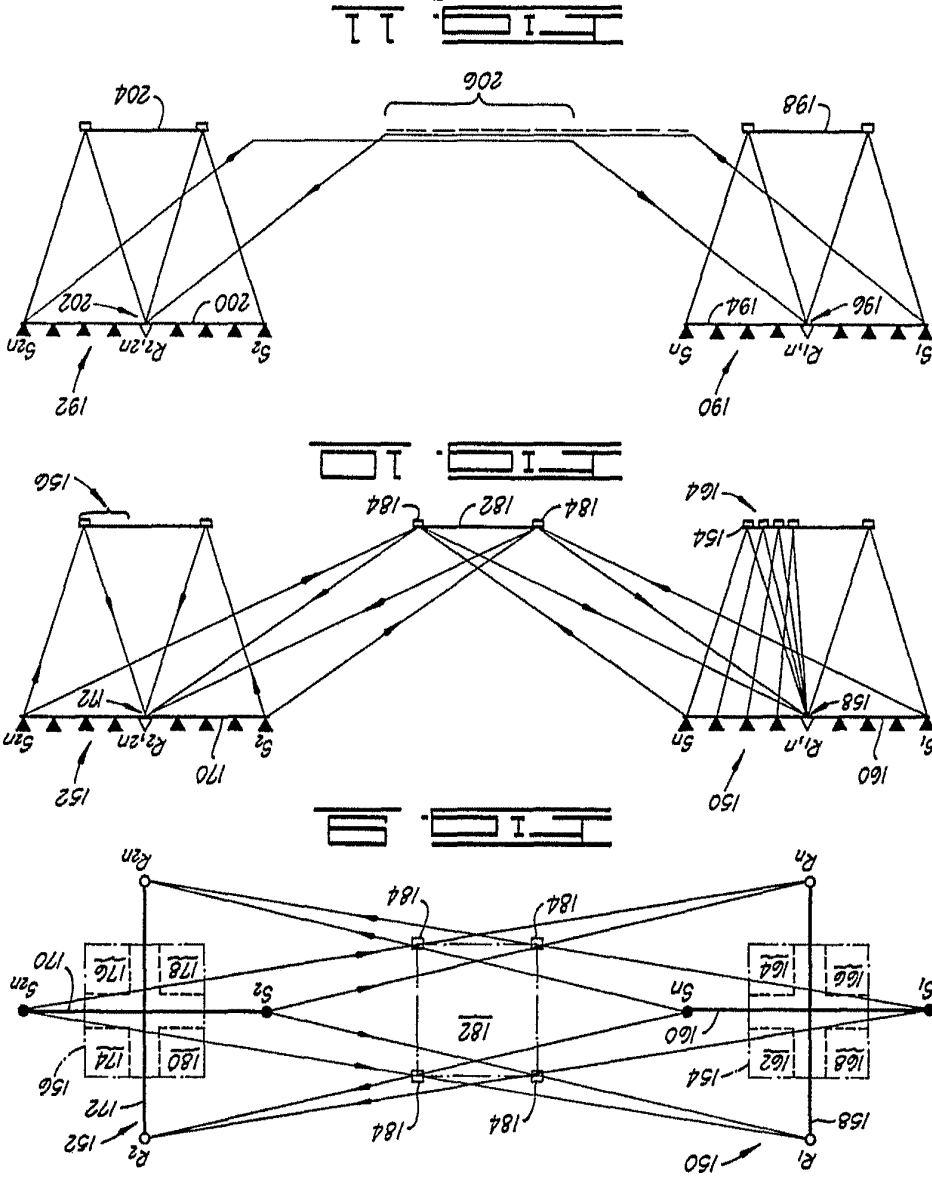
18 AGO 1972



BARCELONA, 18 AGO. 1972

M. CURELL SUÑOL
M. Curell Suñol

Wm. W. W. W.
 BY M. CURRIE STON
 BARRISTERS, 18 AUG 1972



406355
 18

HOJA 5 (5 HOJAS)

CONTINENTAL OIL COMPANY