

MINISTERIO DE INDUSTRIA
REGISTRO DE LA PROPIEDAD INDUSTRIAL



ESPAÑA

10 ES 11 459465 10 A1
21
22
FECHA DE PRESENTACION
-3 JUN 1977

2 FEB 1977
CONCEDIDA

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES: 31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
------------------------------	----------	---------

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

64 TITULO DE LA INVENCION

Procedimiento para la exploración de datos sísmicos.

71 SOLICITANTE (S)

CHEVRON RESEARCH COMPANY, entidad norteamericana.

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

residente en 575 Marker Street, San Francisco, California 94105, EE. UU. de A.

72 INVENTOR (ES)

LEON C. LAWYER.

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

D. Jose Miguel Gomez-Acebo y Pombo.

BAD ORIGINAL

La presente invención se refiere a la adquisición, proceso y representación de información sísmica por medio de dos estaciones paralelas de detectores sísmicos que flaquean una formación de fuente sísmica en dientes de sierra centrada. De un modo más particular, el presente invento se refiere a dicha formación de propagación y detección que tiene la finalidad de indicar la estructura subsuperficial zonal subyacente a cada formación de propagación y fuente sobre una base de orientación cruzada o sobre puesta, o ambas.

5.

10.

Se describen métodos para recoger, elaborar y representar datos de orientación cruzada en las patentes EE.UU. siguientes, cedida al cesionario del presente invento, que se incorpora en la presente a título de referencia.

15.

<u>Nº de PATENTE</u>	<u>INVENTORES</u>	<u>FECHA DE PUBLICACION</u>
3.529.282	Brown et al	15 Septiembre 1970
3.597.727	Judson et al	3 Agosto 1971
3.831.136	Sagochi	20 Agosto 1.974
3.806.863	Tilley et al	23 Abril de 1974

20.

En algunas aplicaciones puede ser conveniente combinar las técnicas reales de orientación cruzada mencionadas con técnicas de superposición más tradicionales. A pesar de que se han descrito técnicas que combinan los métodos de orientación cruzada y de superposición de puntos de profundidad o altura, ninguna, que sepamos, se utiliza de manera que ambas: (i) aumente al máximo

25.

las relaciones primaria a múltiple de trazos combinados, mientras que (ii) se reduzca al mínimo el costo de acumulación real, o sea reduciendo la pluralidad de puntos fuentes necesarios para proporcionar una cobertura aérea mínima del área subsuperficial, al menos hasta una densidad de cuatro puntos centrales por longitud de onda cuadrada de la señal sísmica producida predominantemente

30.

temente.

5. El objeto del invento es proporcionar un método económico para determinar los datos en línea y de depresión cruzada asociados con la estructura subsuperficial zonal, empleando técnicas de acumulación y tratamiento sísmicos que dan por resultado datos de orientación cruzada y de superposición de puntos comunes de profundidad o altura (CPDPS) que tienen relaciones elevadas primaria a múltiple y de señal a ruido.

10. Otros objetos características y ventajas del presente invento resultarán evidentes por las descripciones detalladas que siguen de modalidades preferibles del mismo, tomándose como referencia los dibujos adjuntos.

15. Las figuras 1, 2 y 3, representan cada una una vista en planta de una técnica de acumulación y tratamiento sobre el terreno de ondas en dientes de sierra de acuerdo con el presente invento.

20. Las figuras 4, 5 y 6, ilustran cada una un trazado gráfico de variación en la separación horizontal de la fuente al detector para una pluralidad elegida de puntos de centros de cruce asociados con cada formación representada en las figuras 1, 2 y 3, respectivamente; y

La figura 7 es un diagrama esquemático del equipo de registro útil para obtener trazos de ubicación por las técnicas del presente invento.

25. En términos generales, el presente invento describe un procedimiento para ayudar a determinar la configuración tridimensional de una estructura subsuperficial de una formación de terreno y, además, ilustra un procedimiento real para obtener trazos de ubicación que se pueden asociar con una retícula dimensional de puntos centrales que se pueden asociar con un horizon-

30.

- te de referencia superpuesto a la estructura subsuperficial tridimensional en cuestión. La ubicación de cada punto central está en un punto medio entre una fuente individual y un par de detectores sísmicos que, a su vez, se asocia con un trazo de ubicación particular generado por la formación real del presente invento. Por lo tanto, la ubicación real, en un sentido geométrico, de cada elemento de la formación fuente -detector, es un factor crítico para llevar a cabo la acumulación sistemática de datos sísmicos. A este respecto, se ha averiguado que la geometría de la formación relacionada con la posición absoluta y relativa de las fuentes sísmicas, así como de la estación detectora sísmica, deben tener las siguientes características y rasgos:
5. 1. Los trazos de ubicación resultantes deberán poner asociarse con líneas de cruce de puntos centrales prácticamente perpendiculares a la línea de exploración y deberán poder asociarse, simultáneamente, con puntos centrales comunes superpuestos sobre una base de puntos comunes de profundidad.
 10. 2. Los trazos de ubicación asociados con líneas de cruce de puntos centrales, así como asociados con puntos comunes de profundidad, deben ser producidos por pares de detectores sísmicos individuales de fuente -punto, provisto cada uno de un factor de separación por incremento horizontales grandes, digamos del orden de 914 metros.
 15. 3. La separación de desplazamiento horizontal total máxima de trazos de ubicación individuales alineados en cruz debe ser suficiente para que los conjuntos combinados de dichos trazos produzcan trazos direccionales estadísticamente fiables así como trazos superpuestos de puntos comunes de profundidad estadísticamente fiables, después de haberse agrupado y tratado los primeros de acuerdo con las enseñanzas del presente invento.
 20. 25. 30.

4. Los trazos de ubicación deben producirse por un mínimo de puntos de impacto, para proporcionar un proceso de acumulación real económico, pero sin perder cobertura zonal de puntos centrales necesaria para definir la estructura subsuperficial con precisión razonable.

5. La estación detectora de propagación debe comprender por lo menos dos conjuntos paralelos de líneas de propagación lineales de detección situadas en el centro respecto a una formación en dientes de sierra asimétrica de puntos fuente, cruzándose estos últimos con regularidad una línea media coincidente con la línea de exploración del sistema real.

Cada punto central puede considerarse representativo de un punto de reflexión de un extracto subsuperficial. Si el extracto en cuestión hablando hipotéticamente, es un horizonte plano, y se supone que la energía recorre trayectos en línea recta, el punto de reflexión quedará directamente por debajo de un punto central correspondiente. Cada punto central se puede considerar también con relación a un trazo de ubicación particular. Los puntos centrales asociados con estos trazos de ubicación se construyen como sigue: se traza una serie de líneas imaginarias entre cada punto fuente y cada estación detectora sísmica. El punto central de cada línea está en un punto medio a lo largo de cada línea imaginaria. Además, como cada punto central se refiere a un par de detectores sísmicos de punto fuente particulares, cada trazo de ubicación se puede considerar como si tuviera una separación particular de punto fuente a detector sísmico. Normalmente se puede producir una resolución apropiada de los acontecimientos de las sondas de reflexión en los registros, en dirección y magnitud; las fuentes se someterán a impacto por separado y se harán registros individuales de ubicación de las señales produci

das en cada uno de los lugares de detección para que se forme un trazo de ubicación separado por cada estación. Por ejemplo se hace un primer registro empleando la fuente en el vértice de la formación en dientes de sierra de puntos fuente; después de hacer un segundo registro con la fuente situada en la posición siguiente por debajo del vértice.

5.

Cada estación detectora de propagación puede estar estacionaria durante una secuencia predeterminada de impactos, por ejemplo seis, o se puede volver a colocar después de cada impacto para simular técnicas de acumulación tradicionales de avance.

10.

Suponiendo un avance entre conjuntos cruzados adyacentes de puntos fuente sobre la distancia entre estaciones detectoras adyacentes, se producirán trazos de ubicación sísmicos de una forma económica y eficaz. Los trazos producidos se pueden asociar con una retícula de puntos de reflexión de la subsuperficie de densidad uniforme.

15.

Cada uno de los trazos de ubicación experimentará corrección estática y dinámica, para producir trazos que se asociarán con puntos centrales individuales de la retícula dimensional de puntos centrales. El número total de trazos es igual al producto del número de puntos fuente y el número de ubicaciones de detección (o grupo de ubicaciones si se utilizaran en cada grupo o varios detectores).

20.

Entonces, los subgrupos de trazos corregidos que contienen trazos que representan puntos centrales elegidos, se tratarán por subgrupos para producir un nuevo subconjunto de trazos que representan información mejorada existente en el subgrupo original de trazos. Por consiguiente, las señales múltiples reflejadas en los trazos de ubicación originales se suprimirán con relación a las señales primarias, sin afectar a otros subconjuntos de tra-

25.

30.

zos que representan la informaci3n
conjuntos de trazos.

Los subgrupos de trazos

- 5. punto central-transversal a la di-
se pueden tratar con un procedimi-
electr3nico, Que produce trazos d-
relaciones m3s elevadas de se3al
m3ltiple, m3s que en la conversi3n
subconjunto de trazos direccional
- 10. te elevadas de primario a m3ltipl-
zontal por incrementos. Dmax-Dmin
ci3n real de detecci3n -fuente, p-
tros donde "Dmax" se define como
entre un par fuente -detector que
- 15. trazos tratados y "Dmin" es la se-
otro par fuente-detector del mism-

A partir de estos trazos

- 20. del desplazamiento de un aconteci-
grupo de trazos direccionales pro-
dos de trazos direccionales se co-
en un cierto desplazamiento trans-
un acontecimiento de se3al primari-
(perpendicular al desplazamiento
mismo acontecimiento, se puede de-
- 25. siendo las diferencias que los tra-
minan las diferencias en los tiem-
tas registradas a partir de una d-
con respecto a lugares en l3nea d-
nea coincidente o por lo menos pa-
- 30. De este modo, la depresi3n cruzad-

se puede presentar de una forma fiable.

- Un método para llevar a cabo los procedimientos reales del presente invento se ilustra en la figura 1, en la cual la línea 10 representa una línea de exploración o línea media de operaciones de la formación real 11 del presente invento. Para los fines de la descripción que sigue, se deberá comprender que la operación real sísmica se lleva a cabo de una forma continua respecto a la línea 10. Para fines ilustrativos, los puntos fuentes $S_1, S_2, S_3, S_4, \dots, S_{12}$ cruzan periódicamente la línea de exploración 10 y se tienden y deciden una línea de configuración asimétrica en dientes de sierra 12. Observase que los pares alternativos de puntos fuente forman el frente delantero (v.g., el segmento "escalonado") de la línea patrón 12, v.g., $S_1, S_2; S_3, S_4; S_5, S_6; \dots, S_{11}, S_{12}$. Las fuentes sísmicas situadas o lo largo de la línea patrón 12 se activan en secuencia comenzando con el punto fuente S_1 , después el punto S_2 , y después de izquierda a derecha; en cada punto se generará un impulso de energía sísmica. La parte reflejada resultante de la onda será detectada por detectores sísmicos que comprende estaciones detectoras de propagación 21 y 22 desplazadas de la línea de exploración 10. Según se ha indicado anteriormente, cada estación detectora D_1, D_2, \dots, D_{65} se puede asociar con una pluralidad de puntos centrales C_1, C_2, \dots, C_{167} que forman la retícula 13 de puntos centrales situados simétricamente alrededor de la línea 10. En general, cada trazo de ubicación identifica una parte de la energía que se refleja de un punto de profundidad hipotético que se supone, para fines analíticos preliminares, situado directamente por debajo de un punto central; por lo tanto, cada punto central, según se ha mencionado anteriormente, se puede considerar asociado con un punto de profundidad particular.

5. Se observará también en la figura 1, a este respecto, que los puntos centrales $C_1, C_2, C_3 \dots C_{167}$ están en posiciones de puntos medios entre pares respectivos fuente-detector de puntos que componen la formación real 11. Por colocación simétrica de la formación, observese que las columnas de puntos centrales se sitúan a lo largo de líneas perpendiculares a la línea 10 para formar conjuntos cruzados de puntos centrales identificados por líneas de cruce $Cl_1, Cl_2 \dots Cl_{23}$ en la figura 1, mientras que otros grupos de puntos centrales se alinean en cuatro conjuntos de filas en línea de puntos centrales paralelos a la línea 10.

10. Los puntos centrales $C_1, C_2 \dots C_{167}$ de la figura 1, asociados con estos trazos de ubicación, marcan también intersecciones de conjuntos de línea de retícula verticales y horizontales de la retícula 13, según se ha mencionado anteriormente, y determina la densidad de la retícula de puntos centrales 13. Cuando la densidad de puntos centrales es uniforme, la separación geométrica de puntos centrales $C_1, C_2 \dots C_{167}$ en la dirección en línea debe ser de un valor constante.

15. Según se ha mencionado anteriormente, las fuentes sísmicas situadas en los puntos fuentes $S_1, S_2 \dots S_{12}$ se activan en secuencia para generar ondas tridimensionales, omnidireccionales, separadas, de energía sísmica, que se propagan desde los puntos puente individuales hasta el terreno. A medida que aparecen variaciones en impedancia acústica, partes de la energía se reflejan hacia la superficie del terreno.

20. Los detectores sísmicos en las estaciones detectoras elegidas $D_1, D_2 \dots D_{65}$ convierten en movimiento mecánico de la tierra, producido por las ondas reflejadas, en señales eléctricas que se registran de una forma apropiada como trazos de ubicación.

30. El registro y tratamiento de señales eléctricas en las

- estaciones D_1, D_2, \dots, D_{65} de la figura 1, se pueden realizar por una unidad procesadora situada en un vehículo todo terreno o en un laboratorio distante. Si el procesador es de funcionamiento sobre el terreno, puede incorporar un microprocesador o microordenador, por ejemplo un Intel 8080 en combinación con una memoria, dispositivos de entrada y de salida, circuitería de suministro y control para el proceso de los datos de la forma expuesta con más detalle en la figura 7. Observese en la figura 7 que el procesador 23 se conecta a las salidas de los detectores sísmicos, o sea a través del pupitre de conmutación 25. El resultado es un registro real 26 identificado por la fuente sísmica que consume la energía, o sea, la fuente en cada punto fuente, y la estación de tectora D_1, D_2, \dots, D_{65} que recibe la energía reflejada. Para la modalidad ilustrada en la figura 1, los trazos de ubicación se asocian con puntos centrales C_1, C_2, \dots, C_{167} además de identificarse con conjuntos de líneas de cruce $Cl_1, Cl_2, \dots, Cl_{23}$. Por ejemplo, cada trazo de ubicación individual 27 del registro 26 se asocia con una fuente sísmica así como con una estación detectora.

- La eficacia del procedimiento real sobre el terreno del presente invento mejora por el hecho de que los detectores individuales se sitúan como pares de estaciones detectoras de propagación 21 y 22. Dicha formación reduce el número total de puntos de impacto que se necesitarían en procedimientos reales tridimensionales de tipo tradicional. Después que se han producido los trazos de ubicación empleando impulsos de ondas sísmicas desde puntos fuente S_1 , los detectores sísmicos que comprenden las estaciones detectoras de propagación 21 y 22 se mueven de izquierda a derecha, por ejemplo con un intervalo de estación, a nuevos lugares y se repite el procedimiento. En la figura 1, suponemos que cada estación detectora de propagación 21, 22 comprende el número nor-

5. mal de detectores, v.g., una formación de 48 detectores por estación. Por lo tanto, cada detector podría avanzar una estación, por lo que el 48 detector de la estación 21 y el 97 detector de la estación 22 adoptan nuevos lugares de estación; los detectores restantes ocupan posiciones anteriormente asociadas con sus detectores adyacentes. A medida que se producen trazos de ubicación en estas nuevas posiciones se mejora la eficacia real.

10. Volviendo de nuevo a la figura 1, observese a lo largo de la parte inferior de la figura, que los pares individuales de detectores alineados verticalmente, que comprenden las estaciones detectores de propagación 21, y 22, tienen un intervalo de separación común en línea de aproximadamente 122 metros. A lo largo de los lados del trazado, la separación desplazada de los puntos fuente y las divisiones de los detectores están también indicadas

15. como un valor igual a aproximadamente 183 metros y 366 metros, respectivamente. A lo largo de la parte superior de la figura 1, observese también las posiciones de las líneas cruzadas $Cl_1, Cl_2, \dots, Cl_{23}$ que están alineadas con conjuntos de cruce correspondiente de puntos centrales, siendo cada conjunto perpendicular a la

20. línea de exploración 10. Según se indica, el componente en línea, así como las separaciones de componentes desplazados, son valores constantes por incrementos. La separación en línea entre las estaciones detectoras es de aproximadamente 122 metros, mientras que la separación en línea de puntos fuente es de 244 metros. La

25. altura de cada escalón vertical 14 de la línea en dientes de sierra asimétrica 12 es igual a la separación de los puntos fuente, v.g. 183 metros, mientras que el ángulo entre segmentos angulares 15 de la línea en dientes de sierra 12 y una línea horizontal paralela a la línea de exploración 10 es de aproximadamente 37° .

30. La separación entre estaciones detectoras adyacentes $D_1,$

$D_2 \dots D_{65}$ y los puntos fuentes $S_1 \dots S_{12}$, determina, lógicamente, la posición geométrica por cada trazo de ubicación. Se observará también que se puede asociar más de un trazo de ubicación con el mismo punto central. Por ejemplo, para la formación de acumulación representada en la figura 1, cada punto central $C_1, C_2 \dots$

5.

C_{167} se puede asociar con seis trazos de ubicación separados. Cada trazo de ubicación previsto (asociado con un conjunto en cruz o un número común de puntos centrales) se puede delinear, de acuerdo con las enseñanzas de este invento, para relacionar la separación horizontal de cada trazo de ubicación con la separación real de la formación fuente-detector 11 empleada en el terreno.

10.

La figura 4 expone datos de separación de detector a fuente, sísmicos, horizontales, específicos, de trazos asociados con puntos centrales, que comprenden un número elegido de puntos centrales y de cruce de la retícula 13 de la figura 1. Con más detalla en la figura 4, la escala horizontal representa puntos centrales asociados con el conjunto cruzado de trazos identificados con C_{17} de la figura 1, v.g., puntos centrales, C_7, C_{65}, C_{113} y C_{165} . Observese que cada uno de los puntos centrales se asocia

15.

con seis trazos de ubicación separados. Por ejemplo, la formación de acumulación 11 de la figura 1 proporciona trazos comunes en C_{17} asociados con los pares siguientes fuente -detector: $S_1-D_{17}; S_3-D_{15}; S_5-D_{13}; S_7-D_{11}; S_9-D_9;$ y $S_{11}-D_7$. Se observará que los trazos de ubicación, cuando se suman, proporcionan un factor de separación

20.

máximo por incrementos igual a $D_{max}-D_{min}$ donde D_{max} y D_{min} son la separación máxima y mínima de los pares individuales punto fuente-detector asociados con un punto central dado. Para los trazos asociados con puntos centrales C_{17}, C_{65} y C_{161} en la figura 4, empleando la formación de la figura 1, el factor de separación

25.

máximo o asociado con estos puntos centrales es igual a 1782 me-

30.

tros, 1630 metros, 1630 metros y 1782 metros, respectivamente.

Es evidente que la distribución geométrica de los puntos centrales comunes de la retícula 13 de la figura 1 deberá ser preferiblemente simétrica respecto a la línea de exploración 10.

5. Cuando la regularidad en dos dimensiones es un factor importante (considerando los usos finales a los cuales se han de destinar los datos), puede que sea conveniente utilizar la formación de acumulación 30 de la figura 2. Según se indica, la formación 30 proporciona cobertura de desplazamiento extendida así como uniformidad completa en la dirección en línea y la dirección de cruce.

10. Según se ilustra en la figura 2, el patrón de cobertura se extiende por adición de la extracción detectora central 31 en un punto medio entre las estaciones detectoras desplazadas 32 y 33, coincidente con la línea de exploración 34. Con dicha formación, el conjunto subsuperficial de puntos de profundidad de reflexión se puede identificar con una formación correspondiente de puntos centrales C_1, C_2, \dots, C_{263} donde cada punto central se asocia con un par particular de punto fuente y detector. Según se ilustra en la figura 2, los pares de estaciones detectoras 32 y 33 desplazadas a cada lado de la línea de exploración o línea media 34, y la estación detectora central 31, coincidente con la línea de exploración 34, se emplea sobre una base continua para detectar reflexiones de energía puesto que las fuentes en puntos de impacto S_1, \dots, S_{12} se activan en secuencia a lo largo de la línea asimétrica en dientes de sierra 35. El resultado es una serie de trazos de ubicación que se pueden identificar con la formación de puntos centrales que comprenden la retícula 36.

25. En la figura 2, observese que la separación de cruce entre estaciones adyacentes 31, 32, 33, es de aproximadamente 366 metros, por lo que la separación de desplazamiento total del detec

tor es de aproximadamente 731 metros. La separación en línea entre detectores adyacentes dentro de cada estación es de aproximadamente 183 metros.; la separación en línea se indica en la parte superior de la figura. Las líneas de cruce $Cl_1, Cl_2, \dots, Cl_{23}$, indican una separación de puntos centrales en línea de aproximadamente 91 metros. De un modo similar, para la separación de puntos centrales de cruce, la distancia es de aproximadamente 91 metros. La separación de puntos fuente en la dirección en línea, según se representa a través de la parte superior de la figura, es de 366 metros. La separación de cruce es de aproximadamente 183 metros.

Cuando una fuente sísmica se sitúa en puntos fuente S_1, S_2, \dots, S_{12} , se genera en secuencia una serie de ondas sísmicas; por consiguientes, se genera una serie de trazos de ubicación asociados con cada punto central respectivos C_1, C_2, \dots, C_{263} de la retícula 36. Se supone por lo tanto que cada estación detectora es de tipo normal, o sea compuesta por 48 detectores, no obstante, las ondas sísmicas resultantes se detectan ambas por estaciones separadas 32 y 33, así como en la estación detectora central 31. Comparando la retícula 36 con la generada en la figura 1, observese que cada conjunto de cruce de puntos centrales asociado con líneas de cruce Cl_1, \dots, Cl_{23} se ve incrementada desde cuatro puntos centrales por línea de cruce hasta 6 puntos centrales por línea de cruce. No obstante, como en la modalidad anterior, cada punto central separado del conjunto de cruce mencionado de puntos centrales se asocia todavía con seis trazos de ubicación separados. Por consiguiente, sumando estos trazos, se puede conseguir la supresión de múltiplos, como se ha indicado anteriormente. Lógicamente, la separación horizontal entre estaciones detectoras D_1, D_2, \dots, D_{112} de la figura 2 corresponde a la supresión

- de múltiplos y a la ubicación geométrica de puntos centrales para trazos correspondientes después de haber tenido lugar la elaboración. La figura 5 ilustra un trazado gráfico de separaciones horizontales de trazos asociados con puntos centrales que comprenden un número elegido de puntos centrales y de cruce de la retícula 36 de la figura 2. Con más detalla la escala horizontal representa los puntos centrales siguientes asociados con la línea de cruce Cl_{17} de la figura 2 $C_{17}, C_{65}, C_{113}, C_{161}, C_{209}, C_{257}$.
5. Observe que la escala vertical está indicada en metros, que representa las separaciones de los pares horizontales detector -fuente asociados con trazos identificados con los puntos centrales individuales indicados. Es evidente que estos trazos, cuando se elaboran, por ejemplo por adición, proporcionan trazos sumados que tienen elevadas relaciones primaria a múltiplo.
10. El factor de separación por incrementos máximo para la formación, $D_{max}-D_{min}$, donde D_{max} es la separación máxima de un subgrupo de trazos todos ellos asociados con el mismo punto central, mientras que D_{min} es la separación mínima del mismo subgrupo asociado con estos puntos centrales de interés, se verá que es igual a 2560 metros para el punto central C_{17} ; 2371 metros para el punto central C_{65} ; 2706 metros para el punto central C_{113} ; 2706 metros para el C_{161} ; 2371 metros para C_{205} ; y 2562 metros para C_{257} . Se comprenderá que estos trazos, después de la corrección, se pueden elaborar, por ejemplo, por superposición y después por dirección de haces de los trazos superpuestos, para dar calidad interpretativa a los trazos finales.
15. La figura 3 ilustra otra modalidad del presente invento.
20. Brevemente, según se indica, la formación Φ proporciona trazos de ubicación en los cuales han aumentado en número los conjuntos de cruce de puntos centrales $Cl_1, Cl_2, \dots, Cl_{23}$. Según se
- 25.
- 30.

La figura 3 ilustra otra modalidad del presente invento. Brevemente, según se indica, la formación Φ proporciona trazos de ubicación en los cuales han aumentado en número los conjuntos de cruce de puntos centrales $Cl_1, Cl_2, \dots, Cl_{23}$. Según se

ilustra, la cobertura de desplazamiento adicional (y densidad) se ha generado por la provisión en la formación 40 de una serie de puntos de impacto $S_2, S_5, S_8, S_{11}, S_{14}$ y S_{17} situados en alineación coincidente con la estación central 41. Observese que las estaciones 42 y 43 permanecen en lugares desplazados de la estación central 41 para recibir la energía reflejada de las fuentes situadas en secuencia en los puntos fuente S_1, S_2, \dots, S_{18} que definen la línea patrón en diente de sierra asimétrica 44.

5.

10.

15.

20.

25.

30.

Se comprenderá que la operación sísmica en el terreno prosigue en una base continua, según se ha descrito anteriormente, una fuente, en secuencia, situada en los puntos fuente S_1, S_2, \dots, S_{18} , genera una onda sísmica. La onda resultante es detectada por los detectores situados en las estaciones detectoras D_1, D_2, \dots, D_{113} . Por consiguiente, se puede generar una serie de trazos de ubicación asociados con puntos centrales C_1, C_2, \dots, C_{407} de la retícula 45. Es evidente por la figura, que cada conjunto transversal de puntos centrales identificados por las líneas de cruce $C_{11}, C_{12}, \dots, C_{23}$ contiene ahora nueve puntos centrales (en lugar de 6, como se indica en la figura 2).

La figura 6 ilustra un trazado de datos de separación horizontal de puntos centrales que comprenden un número elegido de puntos centrales y de cruce de la retícula 45 de la figura 3.

Con más detalle, la abscisa representa puntos centrales asociados con la línea de cruce C_{17} , v.g., puntos centrales $C_{17}, C_{65}, C_{113}, C_{161}, C_{209}, C_{257}, C_{305}, C_{353}$ y C_{401} . De nuevo, para la determinación de valores de separación individuales, el trayecto de rayos más directo entre un par individual de punto fuente y detector se ha elegido, por ejemplo una proyección vertical a través de cada par en un plano de dato horizontal común.

Observese que la ordenada está en metros, que represen-

- ta la separación horizontal entre el detector y el punto fuente asociado con trazos identificados con los puntos centrales indicados. Es evidente que estos trazos, cuando se suman proporcionan relaciones elevadas primaria a múltiplo. El factor de separación por incrementos máximos, $D_{max}-D_{min}$ donde D_{max} y D_{min} tienen el significado definido anteriormente, es igual a:
5. (i) 2638 metros para el punto central C_{17}
 - (ii) 2562 metros para el punto central C_{65} ;
 - (iii) 2478 metros para el punto central C_{13} ;
 - (iv) 2714 metros para C_{161} ;
 10. (v) 2745 metros para C_{209} ;
 - (vi) 2714 metros para C_{257} ;
 - (vii) 2478 metros para C_{305} ;
 - (viii) 2562 metros para C_{353} ;
 - (ix) 2638 metros para C_{401} . Se comprenderá que los trazos proporcionado por la formación del presente invento, después de la corrección, se pueden tratar o elaborar en, por ejemplo por
 15. superposición y después empleando técnicas de dirección de haces, para dar calidad interpretativa a los trazos finales; por ejemplo, no solamente los trazos finales proporcionan supresión de múltiplos, sino que también tienen mayor contenido direccional, por lo que las depresiones de cruce de acotamiento dentro de
 20. los trazos se pueden identificar con mayor precisión y fiabilidad.

- En resumen, es evidente que la distribución geométrica proporcionada por las técnicas de acumulación y tratamiento del presente invento es de tal naturaleza que la distancia de desplazamiento que se separa estaciones detectoras adyacentes es siempre una constante y, además, es igual a un número integral y cardinal de la distancia de desplazamiento común que separa puntos de impacto adyacente. Por ejemplo, en las figuras 1-3, observese que la distancia (d) es la distancia que separa puntos de impacto adyacente, mientras que la separación D es la distancia que se
- 25.
 - 30.

para estaciones detectoras adyacentes. Para la formación de las figuras 1 y 2, se verá que $D=2$ (d); mientras que en la formación ilustrada en la figura 3, $D=3$ (d). Por consiguiente, es evidente que la distribución geométrica de todos los puntos centrales, entre todos los pares de puntos fuentes y detectores, se relacionan directamente con las distancias de desplazamiento y la separación que separa puntos de impacto adyacentes por incrementos y estaciones detectoras, según se ha mencionado anteriormente.

5.

10.

Es evidente también que cuando los trazos de ubicación asociados con un punto central, común, después de la corrección, se elaboran de acuerdo con el presente invento, se produce la supresión de múltiplos, vis a vis o las señales primarias dentro de los trazos. La corrección se relaciona con técnicas de corrección estática y dinámica en las cuales el desplazamiento dentro de los trazos se corrige para tener en consideración las variaciones de acumulación normales. El desplazamiento, lógicamente, de una señal primaria que marca un acontecimiento sísmico es diferente al múltiplo asociado con el mismo acontecimiento.

15.

20.

No obstante, como el desplazamiento de una señal múltiple aumenta con más rapidez que la señal primaria, debido al aumento en el promedio de velocidad con la profundidad y energía sísmica en el terreno, una diferencia en el par horizontal fuente-detector de separación tiende a producir supresión de los múltiplos en los trazos sumados.

25.

Las correcciones de desplazamiento y correcciones estáticas normales se pueden introducir en los trazos por diversos métodos conocidos en la profesión sísmica; una forma de introducir correcciones de desplazamiento normal se ilustra en la patente EE.UU. 2.838.473 de O.A. Fredriksson titulada "corrección de

30.

desplazamiento normal con activador común para el medio de registro y registrador y/o medios de reproducción", cedida al cesionario del presente invento. A pesar de que se ilustra un método analógico, es evidente que se pueden emplear técnicas de elaboración o proceso digital más modernas para conseguir dichas correcciones, sí así se desea.

- 5.
- Después que se han introducido correcciones de desplazamiento y correcciones estáticas en los plazos de ubicación, es conveniente considerar todos los puntos de profundidad de reflexión hipotéticos representados en los trazos de ubicación directamente por debajo de los puntos centrales respectivos en la retículas en las figuras 1, 2 y 3 parece razonable pensar también considerando cada plazo tal como se traza y registra empleando un par fuente-detector situado en el mismo punto central. Después que se han
- 10.
- tratado los trazos producidos por combinaciones diferentes fuente-detector para proporcionar correcciones apropiadas normales de desplazamiento y dinámicas, se considerarán representando trazos derivados de puntos de profundidad de reflexión directamente por debajo de los puntos centrales, todos ellos residiendo en un
- 15.
- plano de dato común y se designan convenientemente como trazos de puntos centrales corregidos. Dichos trazos de puntos centrales corregidos representan puntos de reflexión como si su energía reflejada se hubiera originado a partir de los mismos pero si hubiera detectado en el mismo punto central apropiado. Se comprenderá
- 20.
- también que cuando existe lechos subsuperficiales de depresión se producirán variaciones en la atenuación de la energía sísmica, y el punto de profundidad en el horizonte de reflexión puede que no esté alineado verticalmente por debajo de los puntos centrales de la retícula. No obstante, por conveniencia de trabajo en las fa-
- 25.
- ses preliminares de la elaboración, los trazos corregidos se tra-
- 30.


zan como si fueran representativos de lugares de puntos de reflexión situados inmediatamente por debajo de la retículas de puntos centrales de las figuras 1, 2 y 3. A pesar de que se han descrito de un modo específico ciertas modalidades preferibles, se comprenderá que el invento no queda limitado a las mismas, puesto que los expertos en la materia encontrarán muchas variaciones. Por ejemplo, se considera la reciprocidad en las posiciones de los detectores y fuentes como una alternativa aceptable para poner en práctica el invento. Por lo tanto, el invento ha de recibir su interpretación más amplia posible dentro de los términos de las reivindicaciones adjuntas.

- 5.
- 10.

Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental.

- 15.

REIVINDICACIONES

- Procedimiento para la exploración de datos sísmicos, en donde en la exploración sísmica se generan sucesivamente
5. impulsos sísmicos, uno en cada uno de los lugares de una pluralidad de lugares de puntos fuente a lo largo de una línea de puntos de impacto asimétrico en dientes de sierra, que tiene un segmento escalonado que define una distancia de separación desplazada, entre lugares de puntos fuentes adyacentes, y donde
10. las ondas sísmicas resultantes de cada uno de los impulsos son detectadas por lo menos por dos estaciones detectores de propagación, cada una de las cuales contiene una pluralidad de detectores separados en una serie de lugares de detectores en línea, desplazándose las estaciones adyacentes unas de otras en
15. una distancia que se relaciona con la citada distancia de separación de puntos fuente con una relación de 2:1 o mayor, caracterizado porque el procedimiento comprende las fases de; corregir de una forma estática y dinámica señales sísmicas para producir una serie de trazos corregidos cuya serie de trazos
20. corregidos contiene conjuntos de trazos comunes asociados con puntos centrales comunes de una retícula dimensional de puntos centrales formada entre pares particulares de lugares de punto fuente y lugares de estaciones detectoras, y conjuntos de cruce de trazos asociados con líneas de cruce de puntos centrales de
25. la retícula, siendo por lo menos un trazo de cada conjunto de trazos de puntos centrales comunes un producto de un par fuente -detector que tiene una separación horizontal prácticamente diferente que por lo menos otro par de fuente-detector de otros trazos comunes asociados con el mismo conjunto de trazos de puntos centrales comunes; superponer los conjuntos de
- 30.
- 

trazos comunes para producir trazos superpuestos que tienen relaciones mejoradas primaria a múltiplo que mejoran la representación de las condiciones múltiples estructurales superficiales zonales; y dirigir en haces dichos trazos superpuestos para producir subconjuntos de trazos direccionales de cruce con relaciones mejoradas de contenido direccional y de señal a ruido.

5.

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la retícula de los puntos centrales formados entre pares elegidos de puntos fuentes y detectores comprenden una pluralidad de puntos centrales con una densidad de puntos centrales sustancialmente uniforme por lo menos en una dimensión.

10.

3.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la distancia de separación de desplazamiento, entre lugares de puntos fuentes adyacentes y en la distancia de desplazamiento entre estaciones detectoras adyacentes están relacionadas por un número cardinal.

15.

4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la distancia de separación de desplazamiento, entre lugares de puntos fuente adyacentes, y la distancia de desplazamiento, entre estaciones detectoras adyacentes, se relacionan de acuerdo con $D=$

20.

5.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la distancia de separación de desplazamiento, entre lugares puntos fuentes adyacentes y dicha distancia de desplazamiento, entre estaciones detectoras adyacentes, se relacionan de acuerdo con $D=$

25.

6.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la separación horizontal entre el primer trazo y por lo menos otro trazo de los conjuntos de trazos comunes, define un factor de separación por incrementos, $D_{max} - D_{min}$, y

30.

porque el factor de separación horizontal por incrementos está comprendido entre 1524 y 2743 metros inclusive, donde D_{max} es la separación horizontal máxima entre pares de fuente -detector asociados con los trazos de puntos centrales comunes y

5. D_{min} es la separación horizontal mínima asociada con los trazos de puntos centrales comunes pero con otro par de fuente -detector distinto al primer par mencionado de fuente detector.

7.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque comprende las fases de: corregir estática y dinámicamente señales sísmicas detectadas para producir una serie de trazos correlacionados, conteniendo la serie de trazos correlacionados conjuntos de trazos comunes asociados con puntos centrales comunes de una retícula bidimensional de puntos centrales formados entre pares particulares de lugares de puntos fuentes y lugares de estaciones detectoras, y conjuntos de cruce de trazos asociados con líneas de cruce de puntos centrales de la retícula, siendo por lo menos un trazo de cada conjunto de cruce de trazos un producto de un par de fuente -detector que tiene una separación horizontal prácticamente


10. diferente que por lo menos otro par de fuente -detector de otros trazos de cruce asociados con el mismo conjunto de trazos de cruce; superponer los conjuntos de trazos comunes para producir trazos superpuestos que mejoran la exposición de las condiciones múltiples estructurales de superficies zonales; y

15. dirigir por haces los trazos superpuestos para producir subconjuntos de trazos direccionales de cruce con un contenido direccional mejorado así como mejores relaciones primario a múltiplo.


20.

25.

8.- Procedimiento según la reivindicación 7, caracterizado porque la retícula de los puntos centrales formada entre

30. 

pares elegidos de puntos fuentes y detectores comprenden una pluralidad de puntos centrales de densidad de puntos centrales prácticamente uniforme por lo menos en una dimensión.

5. 9.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 a 8 caracterizado porque cuando se genera sucesivamente un impulso sísmico, en cada una de una pluralidad de lugares de puntos fuente a lo largo de por lo menos dos líneas paralelas desplazadas entre si una distancia D , y donde las sondas sísmicas resultantes de cada uno de los impulsos se detectan por una
10. pluralidad de detectores situados a lo largo de una línea asimétrica en dientes de sierra, que tiene un segmento escalonado que define una distancia de separación de desplazamiento adyacente, entre lugares de detectores desplazados adyacentes, y donde cada distancia D se relaciona con la distancia de separación de desplazamiento de los detectores en una relación
15. de 2:1 o mayor, el procedimiento comprende las fases de corregir estática y dinámicamente señales sísmicas detectadas para producir una serie de trazos correlacionados, conteniendo las series de trazos correlacionados conjuntos de trazos comunes
20. asociados con puntos centrales comunes de una retícula bidimensional de puntos centrales formados entre pares particulares de lugares de puntos fuentes y lugares de estaciones detectoras y conjuntos de cruce de trazos asociados con líneas de cruce de líneas de puntos centrales en la retícula, siendo por
25. lo menos un trazo de cada conjunto de trazos comunes un producto de un par de fuente -detector que tiene una separación horizontal prácticamente diferente que por lo menos otro par de fuente -detector de otros trazos asociados con el mismo conjunto de trazos comunes; superponer los conjuntos de trazos comunes para producir trazos superpuestos que tienen rela-
30. 

5. ciones de primario a múltiplo mejoradas las cuales mejoran la exposición de las condiciones múltiples estructurales de su superficie zonales; dirigir por haces los trazos superpuestos para producir subconjuntos de trazos direccionales de cruce con un mejor contenido direccional así como mejores relaciones de señal a ruido.

10. 10.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque la distancia de separación de desplazamiento, entre lugares de detectores adyacentes y la distancia de desplazamiento, entre líneas de puntos fuente de cruce se relaciona por un número cardinal.

15. 11.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque la distancia de separación de desplazamiento, entre lugares de detectores adyacentes y la distancia entre líneas fuentes adyacentes se relacionan de acuerdo con $D=$

20. 12.- Procedimiento según la reivindicación 9, caracterizado porque la distancia de separación de desplazamiento, entre lugares de detectores adyacentes, y la distancia de desplazamiento D , entre líneas fuentes adyacentes, se relacionan de acuerdo con $D=$

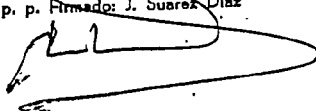
13.- Procedimiento para la explotación de datos sísmicos, tal y como queda sustancialmente descrito en la presente Memoria, y en los dibujos adjuntos.

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

Madrid, - 3 JUN: 1977

CHEVRON RESEARCH COMPANY

J. M. GOMEZ ACEBO Y POMBO
p. p. Firmado: J. Suarez Diaz



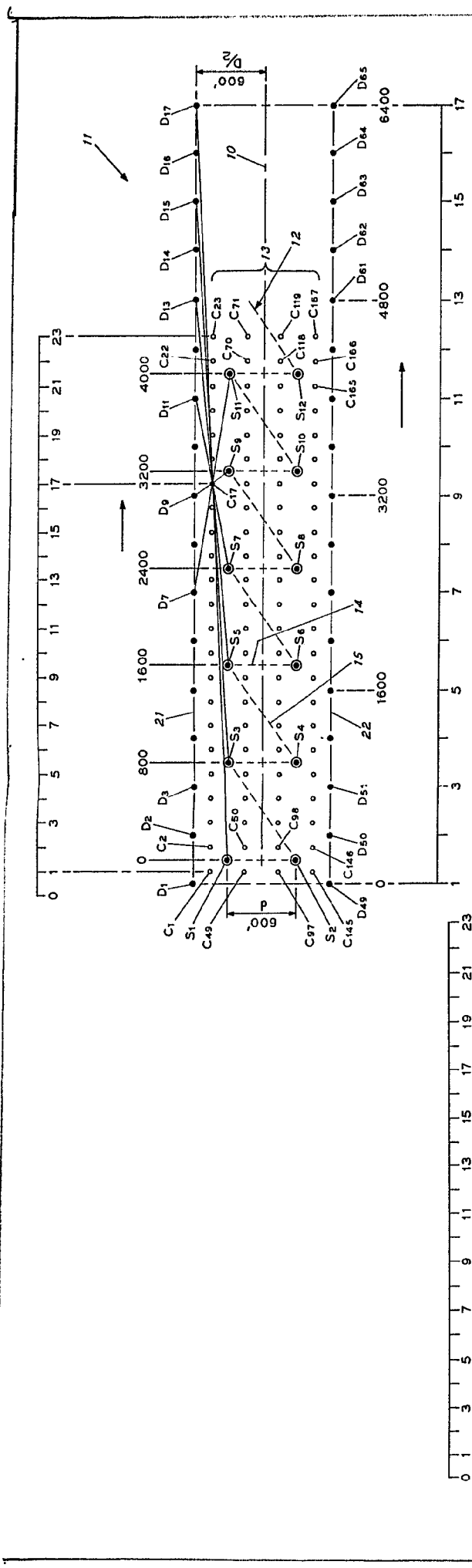


FIG. 1

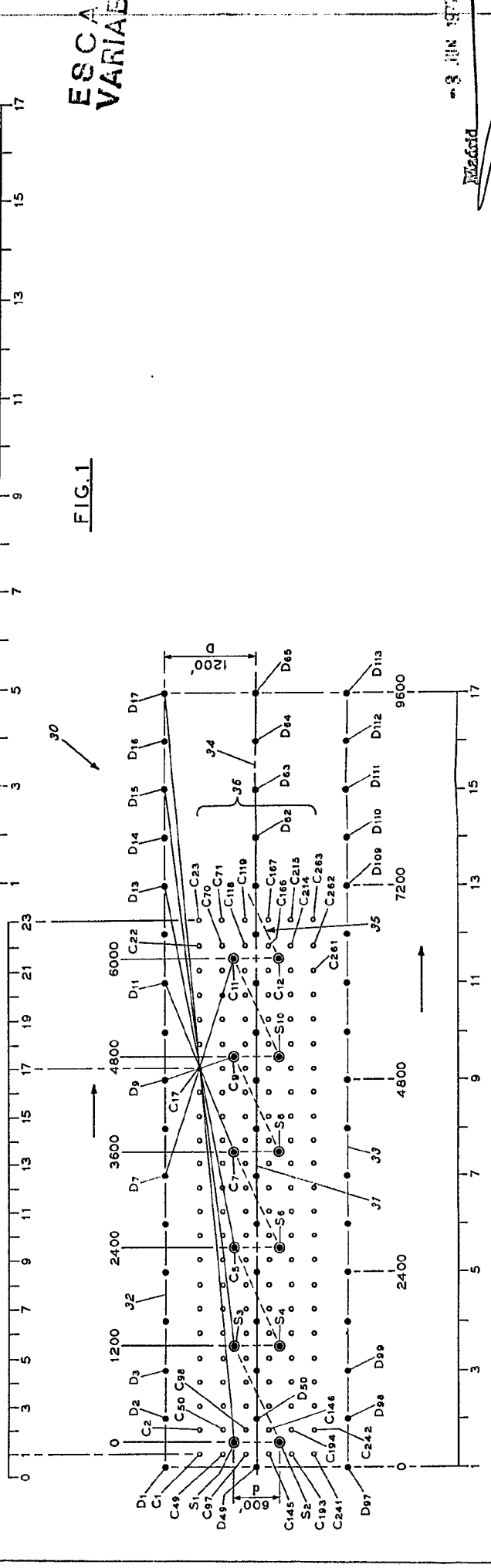


FIG. 2

ESCALA VARIABLE

3 JUN 1977

Madrid

J. L. ...
 P. ...

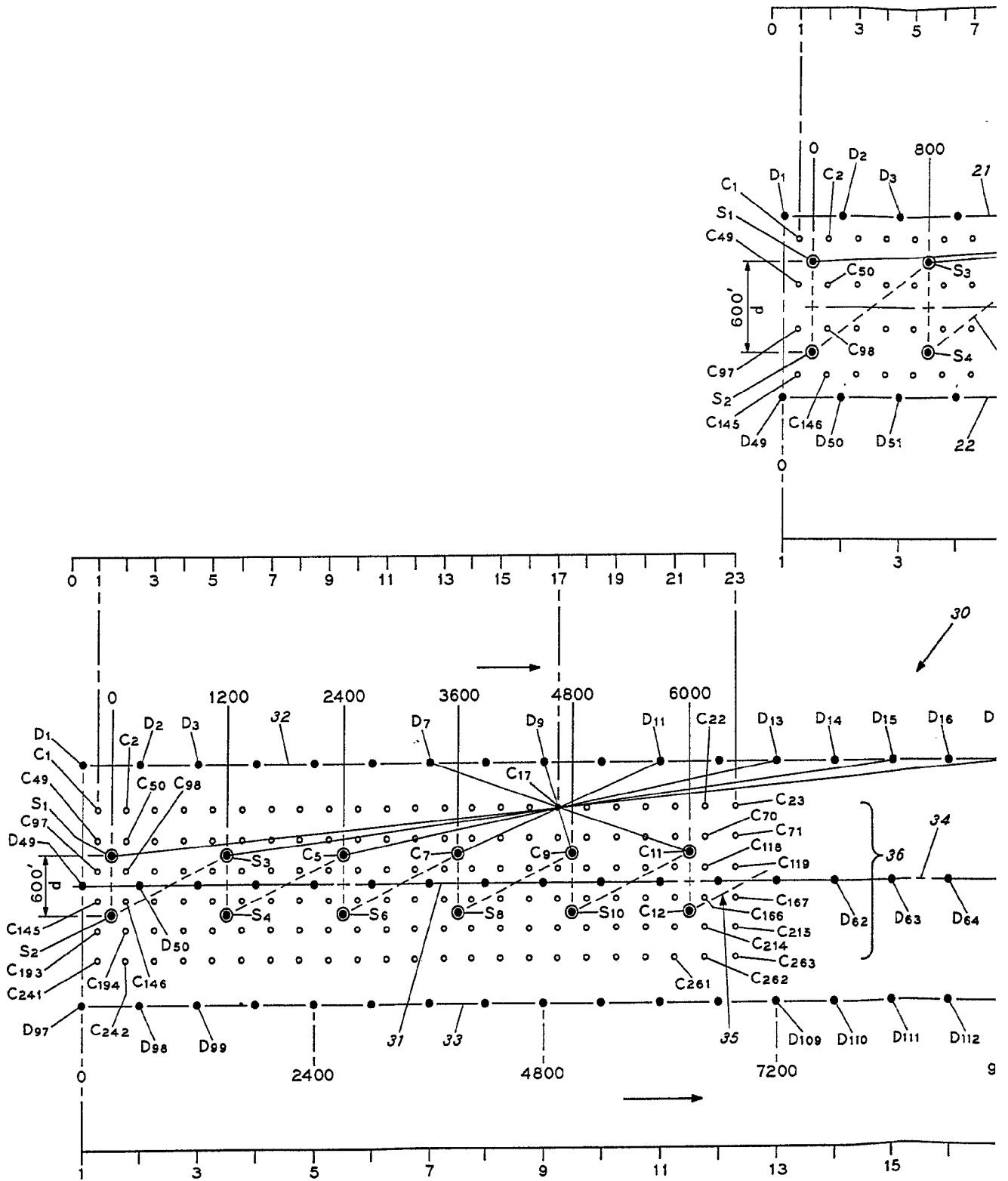


FIG.2

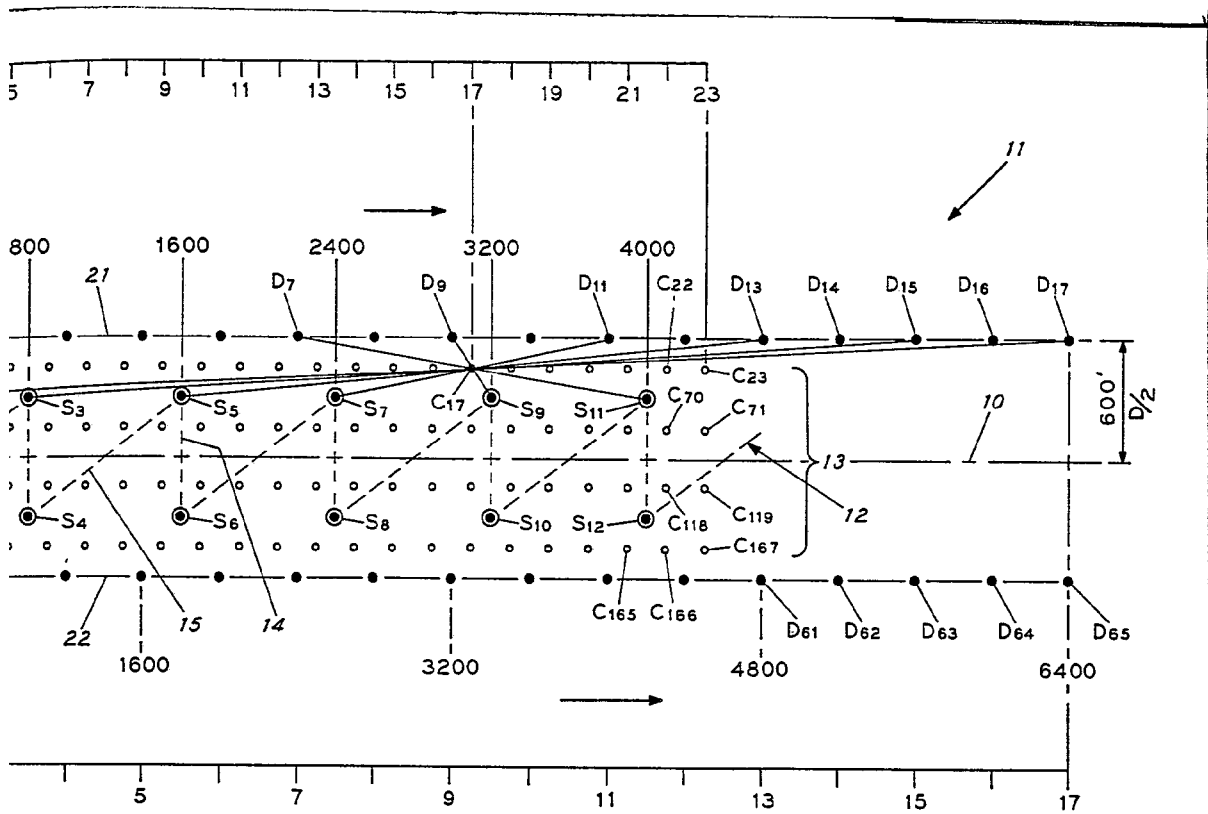
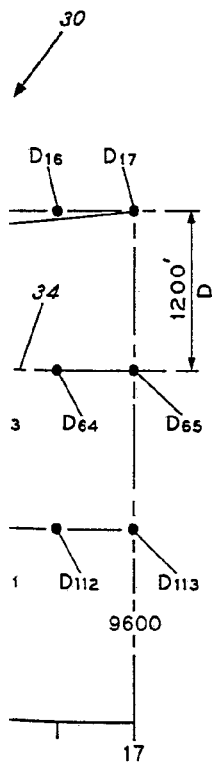


FIG. 1

ESCALA VARIABLE



9 JUN 1977

Madrid

A. M. GONZALEZ DE V. SEDA

p. p. Firmador: J. Suarez Diaz

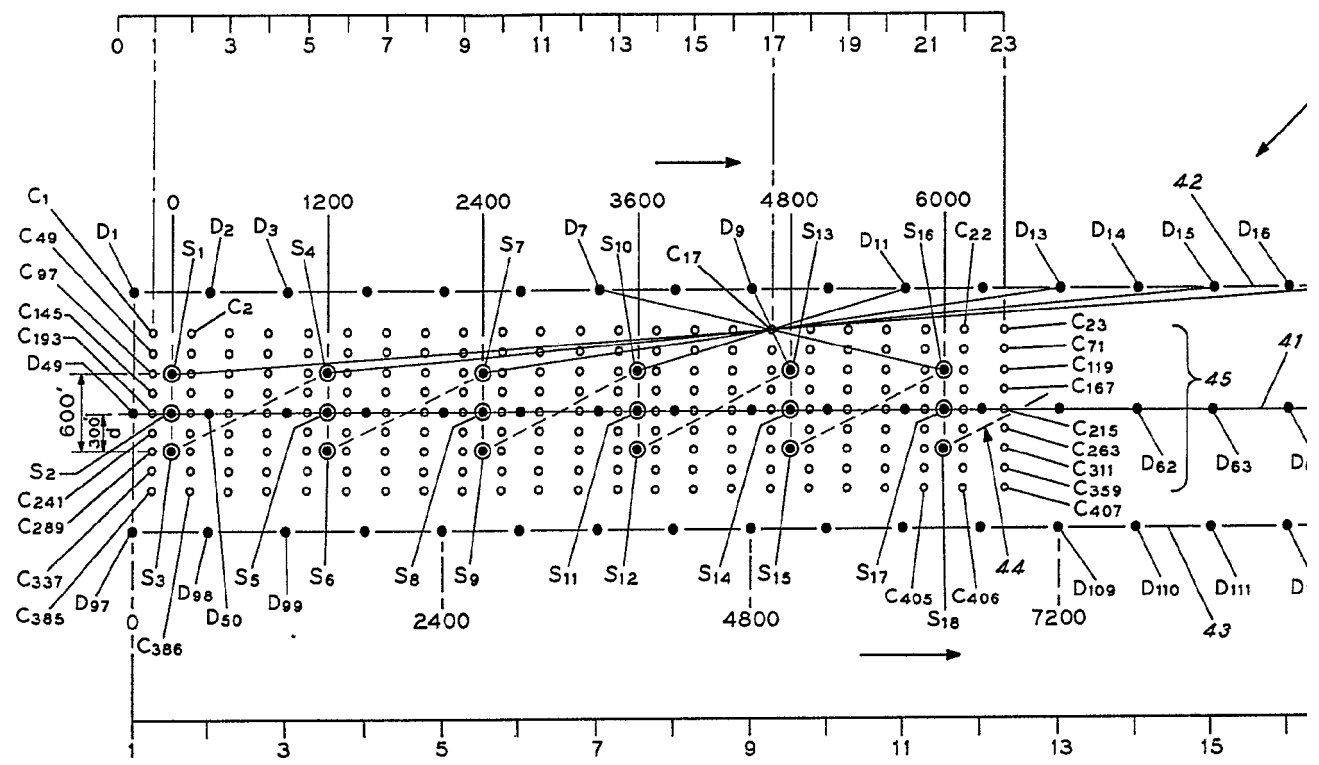
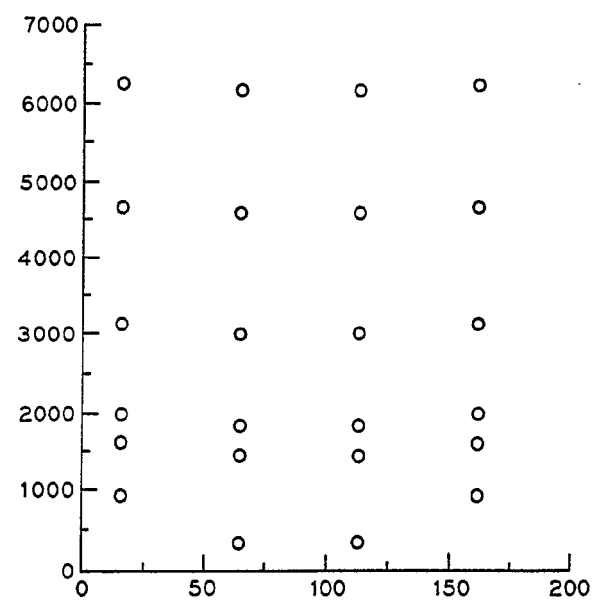


FIG. 3

FIG. 4



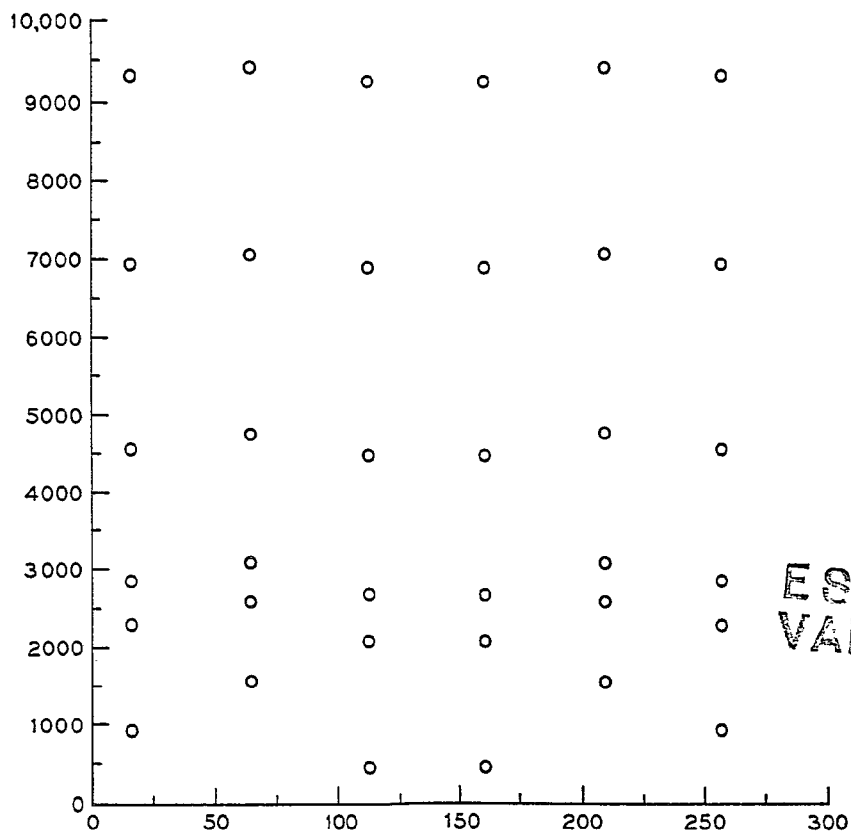
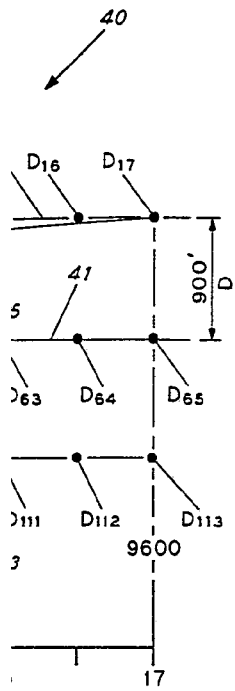


FIG. 5

Madrid

- 3 JUN. 1977

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y FONDO
p. p. Firmado: J. García Díaz

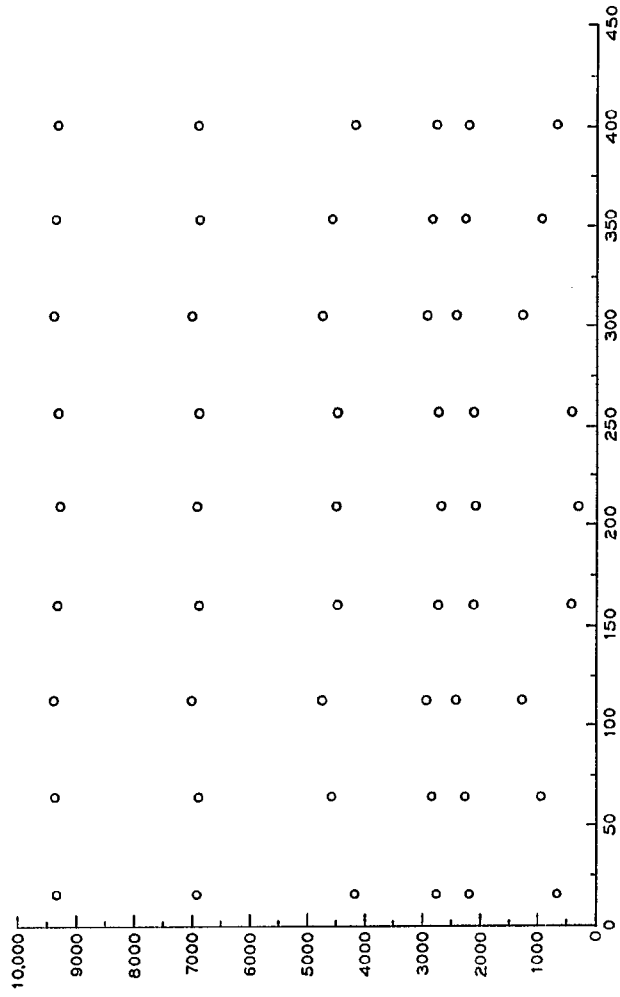


FIG. 6

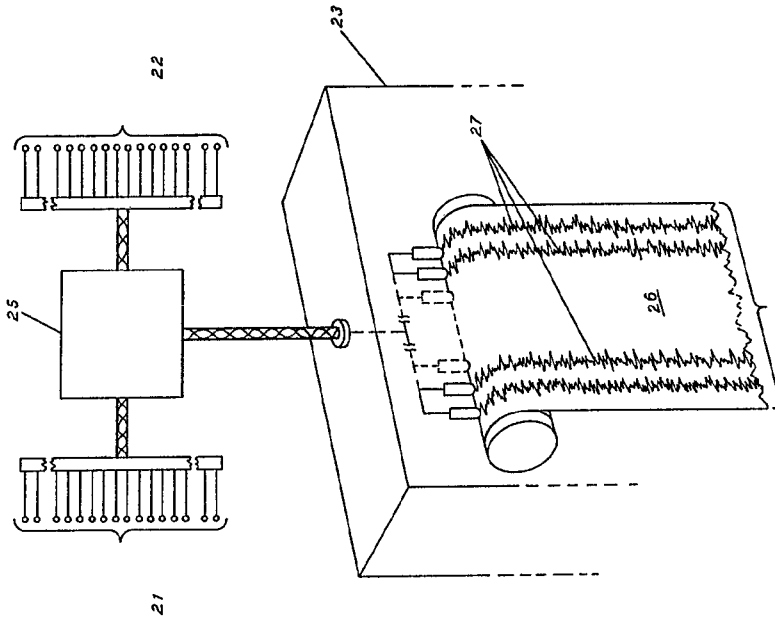


FIG. 7

ESCALA

Madrid JUN 1977

J. M. GONZALEZ (N. Y. FOMLO)

by Philip...

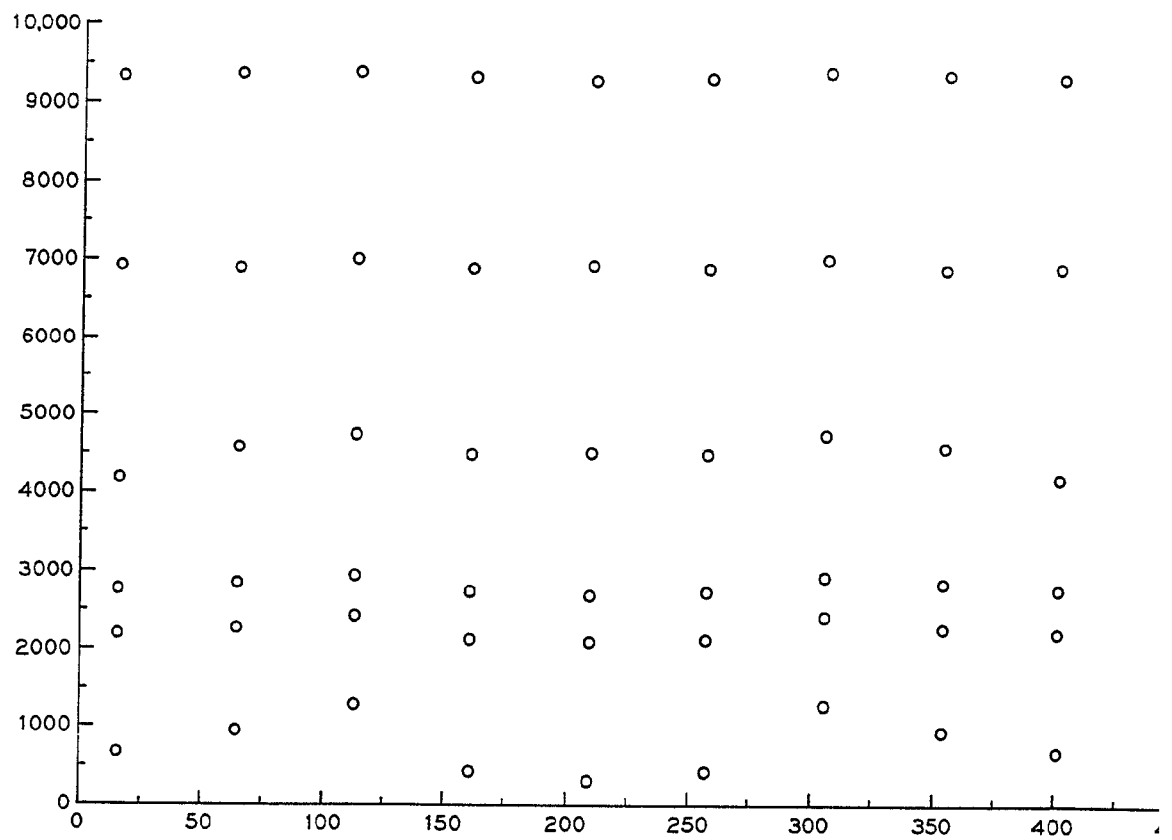
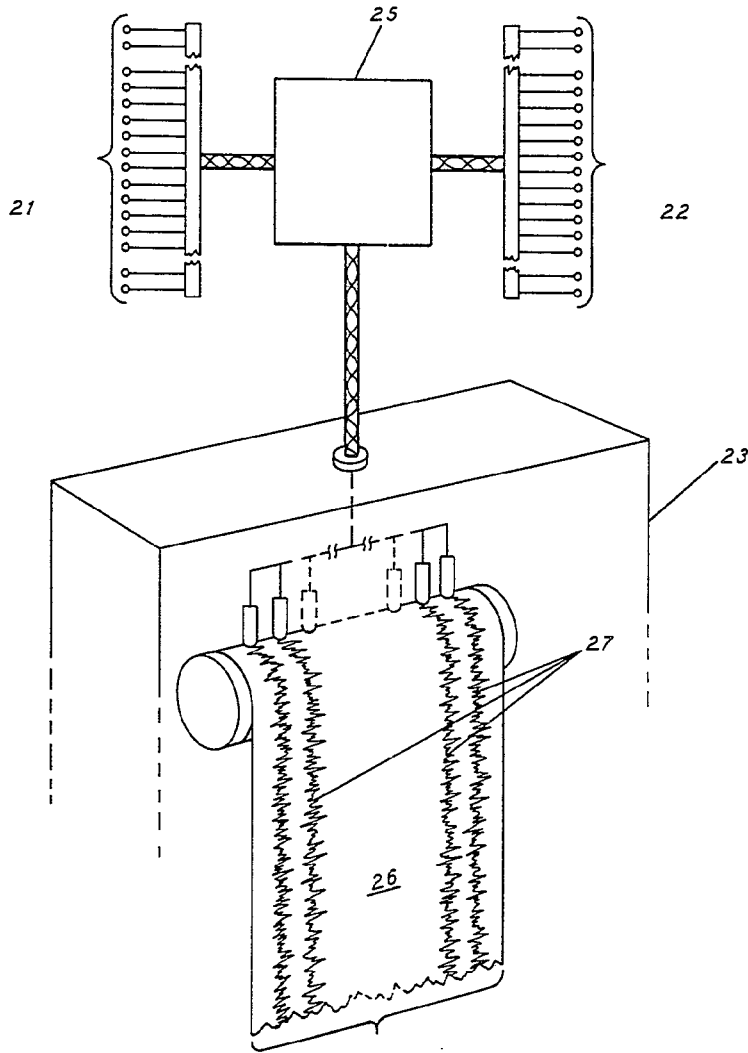


FIG. 6



REGAL
S.A.

FIG. 7

Madrid JUN. 1977

J. M. GOMEZ ARELLANO Y COMEJ

P.º.º. Firmado: J. Suarez