

14 MAR. 1963

P.- 29.705

A 66487
Case 10686 JHH(AMS)



282533

MEMORIA DESCRIPTIVA

que se presenta para unir a la solicitud

de

PATENTE DE INVENCION

formulada el 10 de noviembre de 1962 con el nº 282.533

en

ESPAÑA

por VEINTE años

a nombre de PHILLIPS PETROLEUM COMPANY, entidad norteamericana, establecida en Bartlesville, Oklahoma, Estados Unidos de América, por:

“ UN METODO DE PROSPECCION SISMICA ”

La presente invención se refiere a métodos de prospección sísmica y a la interpretación de registros sísmicos.

Es práctica común en la industria de exploración o prospección del petróleo utilizar ondas sísmicas con el fin de obtener mapas de las formaciones subterráneas. Se transmiten vibraciones a la tierra, y las ondas que a consecuencia de esto se reflejan volviendo desde las formaciones subterráneas a la superficie son detectadas por una pluralidad de sensores situados a cierta distancia del punto en el cual se transmitieron a la tierra las vibraciones. Compa-



rando los tiempos de llegada de las vibraciones reflejadas en una cantidad de registros sismométricos, puede obtenerse a menudo una valiosa información concerniente a la profundidad y dirección de los lechos reflectantes subterráneos.

- 5 Ahora bien, en los registros sísmicos resultantes aparecen muchas veces vibraciones de ruidos casuales que hacen difícil, e incluso imposible, la identificación de los sacos reflejados.

Para facilitar la interpretación de los registros sísmicos se ha venido desarrollando cierto número de procedimientos que permiten identificar las reflexiones en presencia de vibraciones de ruidos casuales. Uno de estos procedimientos, particularmente útil, lleva consigo la adición o suma de un grupo de trazas sísmicas en una sola. Las reflexiones deseadas tienden a sumarse en el registro compuesto, en tanto que las vibraciones de ruidos casuales tienden a anularse entre sí. Así, se aumenta la relación de señal a ruido en los registros. Ahora bien, la composición de registros de esta manera exige que las reflexiones deseadas tengan lugar al mismo tiempo, unas respecto a otras, en las trazas a sumar. A las variaciones en elevación entre distintos puntos de disparo y sismómetros, y a las diferencias de grosor de la capa erosiva, se deben ciertas diferencias de tiempo en la alineación de las señales. Estas diferencias se denominan en ocasiones errores estáticos de tiempo, por ser los mismos para todas las reflexiones que aparecen en una traza dada. El otro tipo de error de tiempo es producido por diferencias en la relación geométrica entre el punto de disparo, el geófono y el lecho reflectante. Como se trata de un frente de ondas, este último error de tiempo varía con el tiempo de registro, y generalmente no es el mismo en dos lugares cualesquiera del registro.

23533



Los cronos de este segundo tipo se denominan e cuando errores sísmicos.

Por consiguiente, es objeto de esta invención un procedimiento para combinar registros sísmicos de manera tal que se identifiquen las reflexiones comunes. Otro objeto de esta invención consiste en un método de combinar una pluralidad de registros sísmicos de manera tal que permite la identificación de lechos reflectantes de distinto ángulo de declive. Otro objeto consiste en un procedimiento para aumentar la relación de señal a ruido en una pluralidad de trazas sísmicas.

Conforme a la presente invención, se habilita un método de prospección sísmica que comprende las etapas de transmitir vibraciones a la tierra en determinada sucesión o secuencia, en una pluralidad de primeros puntos repartidos a lo largo de una línea en la superficie de la tierra; registrar las vibraciones resultantes que se reciben en la superficie de la tierra a lo largo de dicha línea, obteniéndose una pluralidad de primeros registros; sumar, de dichos primeros registros, los individuales que contienen reflexiones procedentes de formaciones subterráneas comunes, obteniéndose así una pluralidad de segundos registros en los que dichas reflexiones comunes están superpuestas; y sumar una pluralidad de dichos segundos registros una pluralidad de veces con distintas diferencias de tiempo previamente elegidas entre los segundos registros individuales que se están sumando, para obtener de ese modo una pluralidad de terceros registros.

La presente invención tiende a un procedimiento para obtener y combinar registros sísmicos de modo que permite la identificación de reflexiones deseadas, en presencia de vibraciones de ruidos casuales. La primera etapa de este pro-

282533



cedimiento consiste en combinar una pluralidad de registros
sismicos de manera tal que las reflexiones procedentes de
regiones comunes de formaciones subterráneas se suman, dan-
do un registro compuesto. La segunda etapa consiste en com-
5 binar una pluralidad de los primeros registros compuestos,
con distintos desplazamientos de tiempo entre éstos, obtenien-
dose de ese modo unos segundos registros compuestos. Los dis-
tintos desplazamientos de tiempo empleados en la segunda eta-
pa de composición compensan los distintos ángulos de declive
10 de los lechos reflectantes, de modo que las reflexiones co-
munes pueden ser fácilmente identificadas para distintos án-
gulos de declive.

Para que la invención pueda comprenderse de modo más
completo, se describirá ahora, a título de ejemplo, con refe-
15 rencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es una representación esquemática del
procedimiento empleado para obtener los registros sismicos
iniciales, conforme a esta invención;

20 - la figura 2 es una representación esquemática del
sistema de registro empleado con el método ilustrado en la
figura 1;

- las figuras 3a, 3b y 3c son reproducciones de unos
registros sismicos típicos, obtenidos y tratados conforme a
esta invención;

25 - la figura 4 es una representación esquemática de
señales reflejadas típicas, que se combinan con arreglo a es-
ta invención;

30 - la figura 5 es una representación esquemática de
unos registros sismicos típicos obtenidos por medio de los
sismómetros ilustrados en la figura 4;

282533



- la figura 6 es una representación esquemática del aparato registrador que puede utilizarse para llevar a cabo la primera etapa del procedimiento de esta invención;

- las figuras 7 y 8 son unas representaciones esquemáticas de la trayectoria de los rayos reflejados, en las cuales las formaciones subterráneas reflectantes tienen distinto declive;

- la figura 9 es una representación esquemática de un aparato reproductor de señales empleado en el método de esta invención; y

- las figuras 9a, 9b, 9c y 9d ilustran unos registros compuestos típicos, obtenidos mediante el procedimiento de esta invención,

Con referencia ahora al dibujo en detalle, y a la figura 1 en particular, se transmiten primero vibraciones a la tierra en un punto S_1 . Esto puede lograrse por detonación de una carga explosiva en un agujero de disparo o barrenado, o bien transmitiendo a la tierra vibraciones mecánicas, tales como las producidas dejando caer un peso. Se coloca una pluralidad de sismómetros G_1 a G_3 a lo largo de una línea, repartidos a cierta distancia respecto al punto de disparo S_1 , de modo que registran las vibraciones resultantes. Aun cuando, para simplificar la descripción, se han representado en el dibujo ocho sismómetros, en la práctica se suele emplear un mayor número de sismómetros, como por ejemplo, veinticuatro. Estos sismómetros se colocan a ambos lados del punto de disparo, de modo que de cada disparo se obtiene un máximo de información. La distancia entre sismómetros adyacentes es la misma, e igual a la distancia de separación de los sismómetros G_1 y G_3 respecto del punto de disparo S_1 .

282533



La etapa siguiente en el procedimiento de esta invención es la de transmitir vibraciones a la tierra en un segundo punto S_2 situado en el punto en que inicialmente se había colocado el sismómetro G_1 . Se añade al sistema un sismómetro G_3 , pudiendo retirarse el sismómetro que inicialmente se hallaba en la posición G_2 . Este procedimiento se continúa luego transmitiendo vibraciones a la tierra sucesivamente en los puntos G_2, G_3, G_4, G_5 , etc. Las vibraciones resultantes se detectan a ambos lados de cada punto de disparo.

10 Examinando la figura 1, puede verse que muchos de los sismómetros individuales reciben vibraciones procedentes de dos puntos de disparo distintos, que viene reflejadas desde regiones comunes del lecho subterráneo reflectante 10. Por ejemplo, las vibraciones emitidas desde el punto S_1 son reflejadas desde el punto R_3 y recibidas por el sismómetro G_2 .
15 Con un gran número de puntos de disparo y sismómetro, se reciben de las regiones reflectoras individuales muchas señales de reflexión. Con arreglo a la primera etapa del procedimiento de esta invención, las vibraciones reflejadas desde estas regiones comunes se suman, obteniéndose un registro compuesto.

20 Las señales de salida de los sismómetros G_1 a G_8 , por ejemplo, son llevadas a unos canales respectivos de un registrador 11, como se ilustra en la figura 2. Este registrador es, para mayor ventaja, de tipo magnético, que permite
25 facilmente reproducir las señales individuales para su sucesiva comparación. La figura 3a es una representación gráfica de señales típicas registradas en el registrador 11 procedentes de las salidas de los sismómetros individuales. Si
30 bien los sismómetros adyacentes reciben reflexiones proceden-

282533



tes de formaciones subterráneas comunes, es extremadamente difícil identificar en las trazas de la figura 3a los diseños de reflexión comunes.

Como antes se ha dicho, la primera etapa de esta investigación consistió en la composición de registros individuales de manera tal que se sumen las reflexiones procedentes de formaciones subterráneas reflectantes comunes. Como se ilustra en la figura 4, los sismómetros G_3 , G_4 y G_5 reciben reflexiones emitidas desde los respectivos puntos de disparo S_3 , S_4 y S_5 y que vienen reflejadas desde la región R_{11} del lecho reflectante 10. Aunque bien, estos sismómetros reciben también señales reflejadas desde una región R'_{11} de un lecho reflectante inferior 10'. La figura 5 es una ilustración esquemática de reflexiones ideales recibidas por los sismómetros de la figura 4. Los registros recibidos por los tres sismómetros G_3 , G_4 y G_5 contienen señales a, b y c que representan las reflexiones procedentes del lecho 10. Los tiempos o instantes en que estas reflexiones tienen lugar, tomados con respecto al cero de tiempos, o instante en que se transmiten a la tierra las vibraciones individuales, son distintos en las tres trazas, debido a las diferencias de longitud de los trayectos recorridos, como se ilustran en la figura 5. Los registros sismométricos contienen unas segundas señales a', b' y c' que representan reflexiones procedentes del lecho inferior 10'. Si bien estas segundas reflexiones tienen lugar en instantes progresivamente posteriores en los tres registros, las diferencias de tiempo entre las segundas reflexiones son menores que para las reflexiones primarias. Esta diferencia resulta evidente del examen de la figura 4 desde el punto de vista geométrico.



Para combinar las señales reflejadas procedentes de regiones comunes de las formaciones subterráneas, es necesario desplazar entre sí las trazas individuales tales como las ilustradas en la figura 5, de modo que las reflexiones comunes tengan lugar al mismo tiempo. Esto se logra por medio del aparato ilustrado en la figura 6. Las trazas originales registradas por el registrador 11 se trasladan a continuación a unos tambores individuales 15, 16 y 17 de un sistema magnético de registro y reproducción. Las señales obtenidas por el procedimiento ilustrado en la figura 1 se registran en los tambores individuales de la figura 6 de modo tal que las reflexiones cuyas trayectorias de recorrido tienen sensiblemente la misma longitud se colocan en tambores comunes. A los fines de la ilustración, se supondrá que las señales recibidas por los geófonos G_3 , G_4 y G_9 de la figura 4 son aplicadas a los respectivos tambores 15, 16 y 17 de la figura 6. Estas señales son aplicadas al aparato registrador de la figura 6 ya sea sin desplazamiento alguno de tiempo o ya con desplazamiento que compensen las correcciones estáticas, si se dispone fácilmente de tal información. Los tres tambores se hacen girar simultáneamente por medio de un mecanismo común de accionamiento tal como el motor 19. Junto a los tambores 15, 16 y 17 van colocadas las respectivas cabezas reproductoras 15a, 16a y 17a. Estas cabezas reproductoras están conectadas a las entradas de un circuito sumador 20, cuya salida se aplica a un registrador 21. Las cabezas reproductoras 15a, 16a y 17a se colocan inicialmente con respecto a los tambores asociados, de manera que se compensen las diferencias supuestas en la longitud de trayecto recorrido por las reflexiones indicadas en la figura 4. Ahora bien, estas diferencias de tiempo son simplemente es-



alternativas, porque las reflexiones deseadas no pueden ser advertidas en los registros iniciales como el que se ilustra en la figura 3a. Se hacen girar los tambores y se suman las señales reproducidas. Este procedimiento se repite luego con distintos desplazamientos de las cabezas reproductoras. El proceso de suma se repite de esta manera varias veces con distintas diferencias de tiempo supuestas. Las señales compuestas resultantes obtenidas presentan en general un máximo cuando se ha supuesto una alineación de tiempos adecuada.

10 La figura 3b ilustra una pluralidad de registros obtenidos de registros originales del tipo ilustrado en la figura 3a, por medio del proceso de composición nesta aquí descrito. Para producir cada registro de la figura 3b se sumaron doce
15 señales. Como puede verse, los registros de la figura 3b representan una mejora clara y definida sobre los de la figura 3a, porque las reflexiones comunes pueden ser identificadas hasta cierto punto. En el análisis realizado hasta ahora, se ha supuesto que los lechos reflectantes son sensiblemente horizontales. Ahora bien, el objetivo principal de los procedimientos
20 sísmicos está en determinar el declive de los lechos reflectantes. Si el lecho reflectante no es horizontal, en los registros contiguos se introducen nuevas variaciones de tiempo. Esto puede verse fácilmente examinando en su aspecto geométrico las figuras 7 y 8. Las vibraciones procedentes de
25 puntos de disparo contiguos, para llegar a los geófonos contiguos de la figura 7, recorren trayectos iguales cuando el lecho reflectante es horizontal. En cambio, estos trayectos recorridos son desiguales cuando el lecho (20 de la figura 6) está en declive.

30 La segunda etapa del procedimiento de esta invención



es la de combinar una pluralidad de los registros compuestos
 anteriormente obtenidos con distintos ángulos de declive su-
 puestos de los lechos reflectantes. Esto puede lograrse por
 medio del aparato ilustrado en la figura 9. Los registros
 5 compuestos producidos por el aparato de la figura 6, que con-
 tienen señales procedentes de regiones reflectantes contiguas
 son registrados uno junto a otro en una cinta magnética 25.
 Junto a los canales de la cinta 25 se coloca una pluralidad
 de respectivas cabezas reproductoras, 26 a 32. Estas cabezas
 10 reproductoras, están conectadas a las entradas de un dispo-
 sitivo sumador 33, cuya salida se aplica a un registrador 34.
 Las señales aplicadas a la cinta 25 se reproducen y suman una
 pluralidad de veces, con distintos desplazamientos entre las
 cabezas reproductoras. Se ha visto que los desplazamientos
 15 de tiempo ilustrados en la tabla siguiente resultan adecuados
 para investigar registros sísmicos, para cualquier declive
 de los que normalmente se encuentran.

Ángulo de declive	Número de traza							
	1	2	3	4	5	6	7	
20	+ 60	-30	-20	-10	0	+10	+20	+ 30
	+ 48	-24	-16	- 8	0	+ 8	+16	+ 24
	+ 36	-18	-12	- 6	0	+ 6	+12	+ 18
	+ 24	-12	- 8	- 4	0	+ 4	+ 8	+ 12
	+ 12	- 6	- 4	- 2	0	+ 2	+ 4	+ 6
	0	0	0	0	0	0	0	0
	- 12	+ 6	+ 4	+ 2	0	- 2	- 4	- 6
	- 24	+12	+ 8	+ 4	0	- 4	- 8	- 12
	-36	+18	+12	+ 6	0	- 6	-12	-18
25	- 48	+24	+16	+ 8	0	- 8	-16	- 24
	- 60	+30	+20	+10	0	-10	-20	- 30

A los fines del análisis que se está realizando, se
 supondrá que hay que investigar primero un ángulo de declive
 30 de + 60. Las siete cabezas reproductoras 26 a 32 de la figura



y se colocan junto a las siete trazas superiores respectivas registradas en el tambor 25. Las cabezas 26, 27 y 28 son desplazadas a la derecha de la cabeza 29 en magnitudes que corresponden a los respectivos tiempos de 30, 20 y 10 milisegundos de rotación del tambor. Las cabezas 32, 31 y 30 se desplazan a la izquierda de la cabeza 29 en los respectivos tiempos de 30, 20 y 10 milisegundos. Entonces se hace girar el tambor 25, y se suman las señales reproducidas, dando una traza en el registrador 34. La etapa siguiente consiste en mover cada una de las cabezas reproductoras de la figura 9 bajandoles a la traza inmediata inferior, y conservando al propio tiempo la misma separación relativa entre si, para obtener una segunda suma. En la realidad, esto se logra normalmente conectando los terminales de entrada de la unidad sumadora 35 a diferentes cabezas, no todas las cuales se muestran en el dibujo, asociadas a las trazas del tambor 25. Este procedimiento se repite moviendo todas las cabezas hacia abajo escalonadamente o paso a paso, para producir una pluralidad de señales combinadas. La figura 3c ilustra un registro obtenido, por este procedimiento, de los registros de la figura 3b. La mejora respecto a la figura 3b se aprecia con gran facilidad.

A continuación se repite el procedimiento indicado, para cada uno de los ángulos de declive supuestos a investigar. La separación entre cabezas reproductoras para cada búsqueda viene indicada en la tabla precedente. Si bien en la figura 9 se han representado siete cabezas reproductoras, pueden utilizarse estas en cantidad mayor o menor para obtener cada suma, según el grado de correlación necesario o conveniente.



Las figuras 9a a 9d representan unos registros típicos obtenidos por este procedimiento. La figura 9a ilustra los registros obtenidos en la primera etapa del procedimiento de esta invención, en los cuales se combinan reflexiones procedentes de regiones comunes. Las figuras 9b, 9c y 9d ilustran unos registros obtenidos de los registros de la figura 9a empleando el procedimiento de la figura 9, con ángulos de declive supuestos respectivos de 0, -24 y + 24. Los lechos reflectantes, que son difíciles de identificar en la figura 9a, pueden verse fácilmente en las figuras 9b, 9c y 9d. Los medios sumadores empleados en esta invención, naturalmente, pueden ir provistos de medios atenuadores, para que la amplitud de las señales compuestas tenga valores convenientes.

La presente solicitud que corresponde a la presentada en E.U.A., el 12 de Enero de 1962, con el nº 165,746, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

20

N O T A

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

21

14.- Un método de prospección sísmica, caracterizado por comunicar vibraciones a la tierra en sucesión en una pluralidad de primeros puntos espaciados a lo largo de una línea en la superficie de la tierra, registrar las vibraciones resultantes que son recibidas en la superficie de la tierra a lo largo de dicha línea para dar una pluralidad de primeros

20



registros, sumar registros individuales de dichos primeros registros que contienen reflexiones procedentes de formaciones subterráneas comunes de manera que se cree una pluralidad de segundos registros en los cuales dichas reflexiones comunes están superpuestas, y sumar una pluralidad de dichos segundos registros una pluralidad de veces con diversas diferencias de tiempo preseleccionadas entre los segundos registros individuales que estan siendo sumados de manera que se cree una pluralidad de terceros registros:

10 22.- un método según el punto 1, caracterizado porque dichas vibraciones resultantes se reciben en la superficie de la tierra a lo largo de dicha línea en una pluralidad de segundos puntos espaciados a distancias iguales uno de otro a ambos lados de cada uno de dichos primeros puntos y son
15 registrados para dar dicha pluralidad de primeros registros.

 23.- un método según el punto 2, caracterizado porque las distancias desde cada uno de dichos primeros puntos a los segundos puntos más cercanos correspondientes son iguales a las distancias entre segundos puntos correspondientes adyacentes.
20 centes.

 24.- un método según los puntos 1, 2 o 3, caracterizado porque dichos primeros registros son transferidos a una pluralidad de medios registradores de manera que medios individuales de dichos medios registradores reciben registros representativos de vibraciones que tienen trayectos de desplazamiento de longitud sustancialmente igual a través de la tierra, se suman los registros de dichos medios registradores que contienen reflexiones de formaciones subterráneas comunes una pluralidad de veces con distintas diferencias de tiempo preseleccionado entre los registros de
30 registros de

282533



manera que se cree una pluralidad de segundos registros en los cuales se añaden dichas reflexiones comunes, como están indicadas por las señales máximas combinadas y se suman una pluralidad de dichos segundos registros una pluralidad de veces con diferencias de tiempo preseleccionadas distintas entre los segundos registros individuales que se están sumando de manera que se obtenga una pluralidad de terceros registros.

62.- Un método según cualquiera de los puntos 1 a 4, caracterizado porque la operación de sumar registros individuales de dichos primeros registros que contienen reflexiones procedentes de formaciones subterráneas comunes se repite una pluralidad de veces con primeros registros diferentes de manera que se cree una pluralidad de segundos registros, y se suma una pluralidad de dichos segundos registros una pluralidad de veces con diferencias de tiempo preseleccionadas distintas entre los segundos registros individuales que se están sumando para dar una pluralidad de terceros registros.

63.- Un método según el punto 6, caracterizado porque siete de dichos segundos registros se suman una pluralidad de veces para dar dichos terceros registros.

72.- Un método de prospección sísmica.

Tal y como se ha descrito en la memoria que antecede representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

282533



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

Madrid, 14 MAR 1963

P.A.

Alberto de Eizaburg
Por Poder

282533

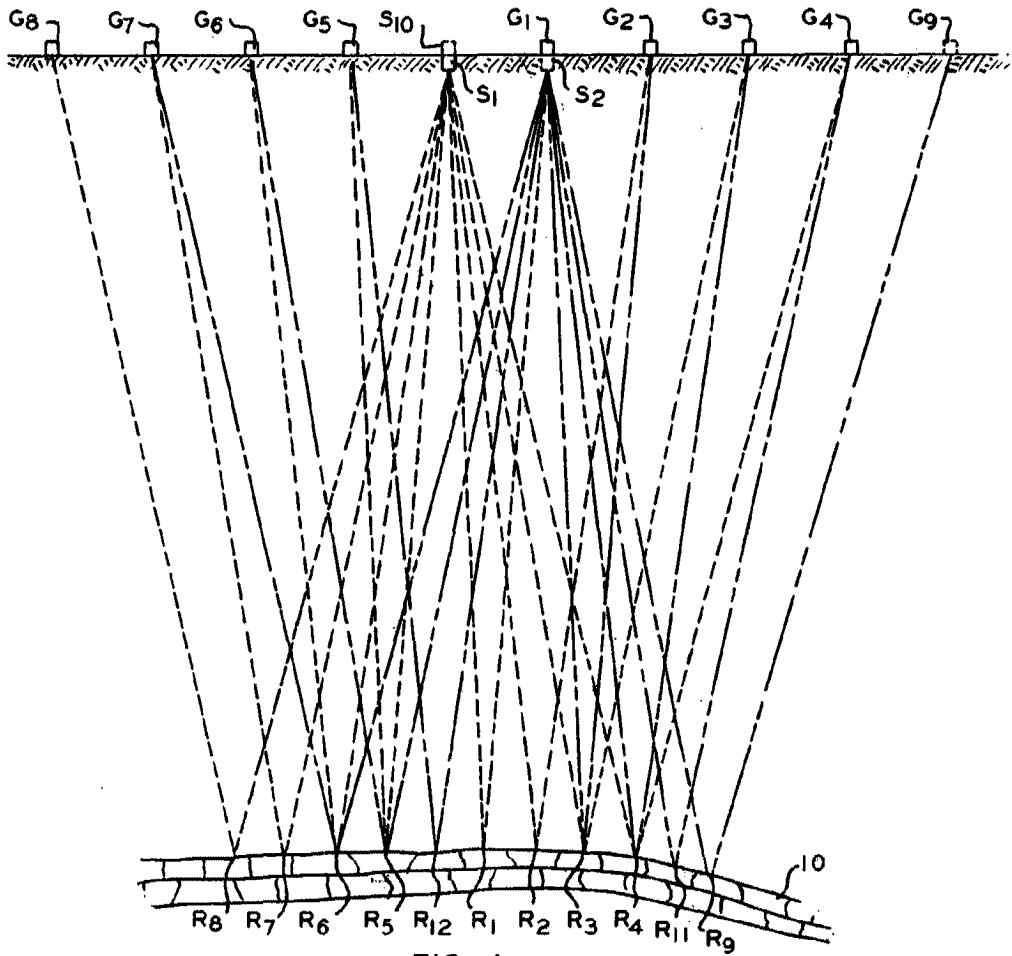


FIG. 1

282533

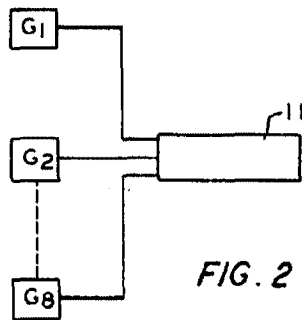


FIG. 2

Alberto de Elzaburu
Pat. Esp.

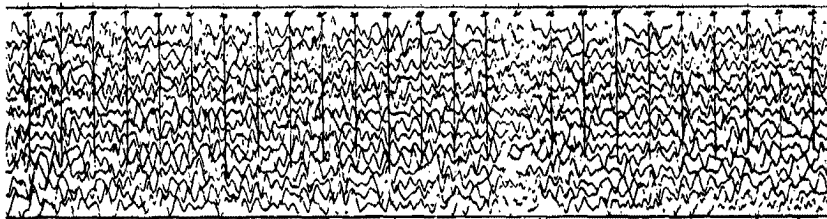


FIG. 3a

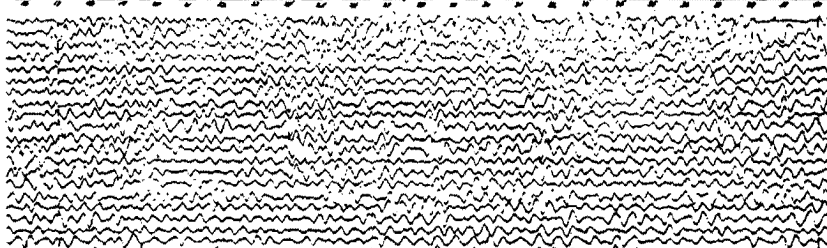


FIG. 3b

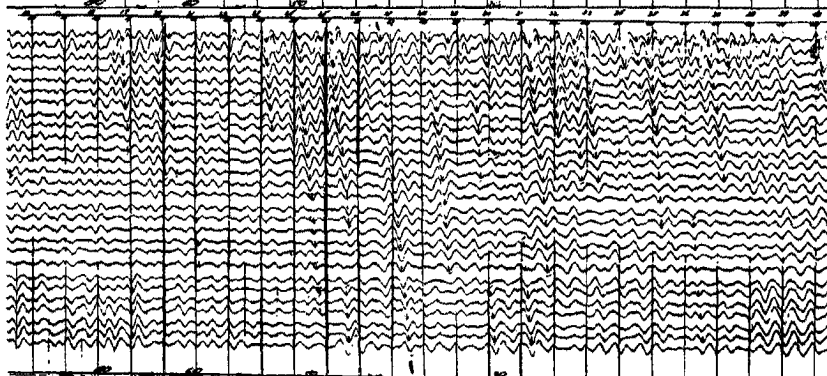
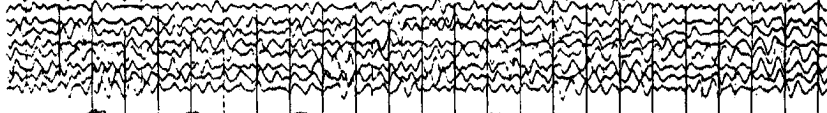


FIG. 3c

88533

Alberto de Euzkadi
Alberto de Euzkadi



14

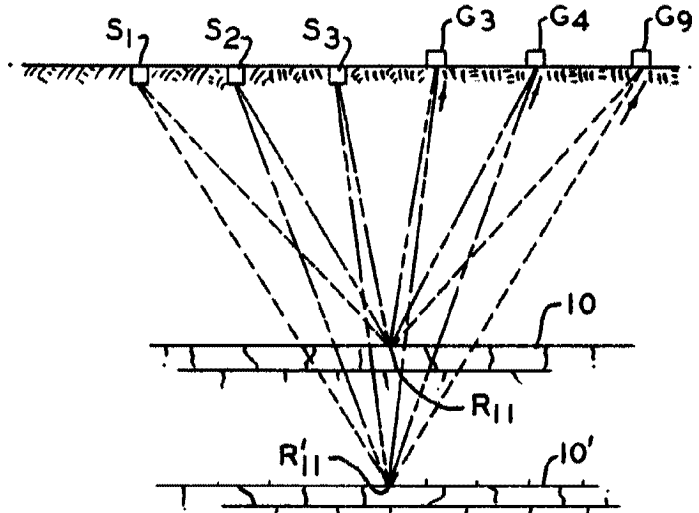


FIG. 4

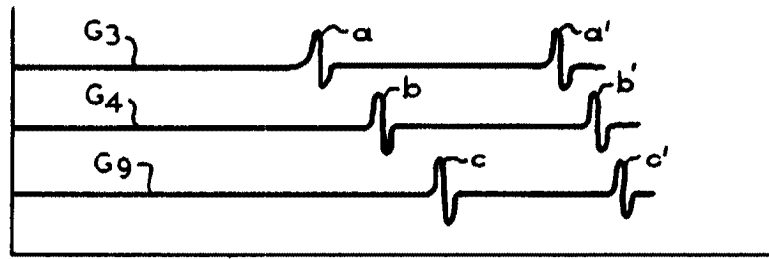


FIG. 5

282533

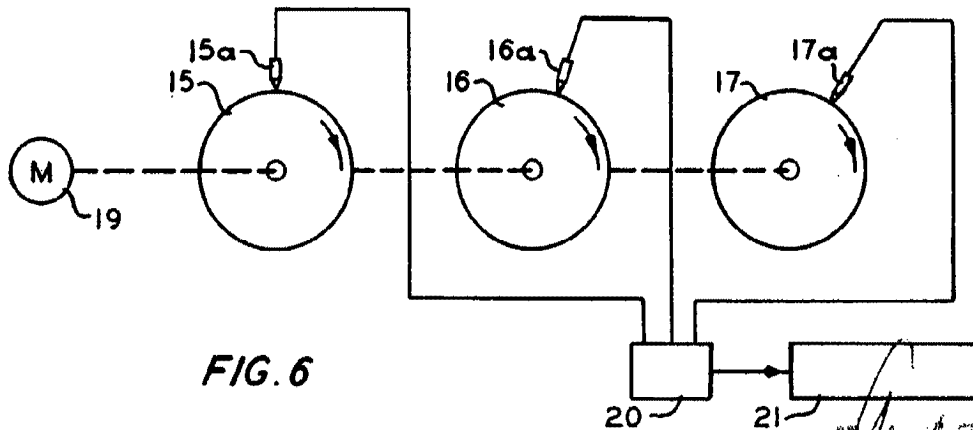


FIG. 6

[Handwritten signature]

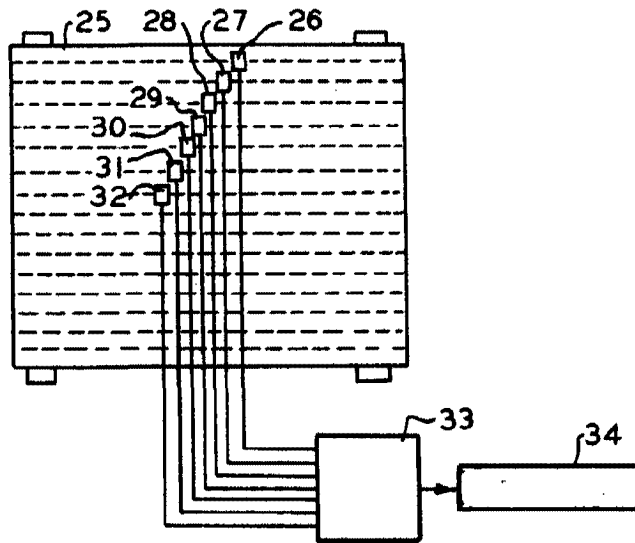


FIG. 9

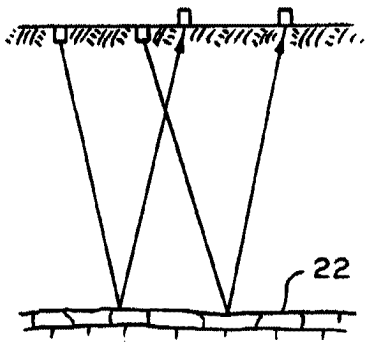


FIG. 7

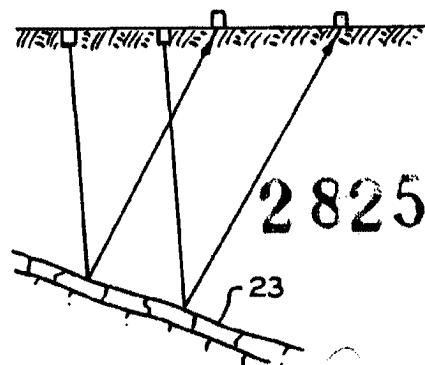


FIG. 8

282533

Alberto de Vizcarra
Pat. Office

SPAIN

ESCALA VARIABLE

P. 2. 1. 0. 5

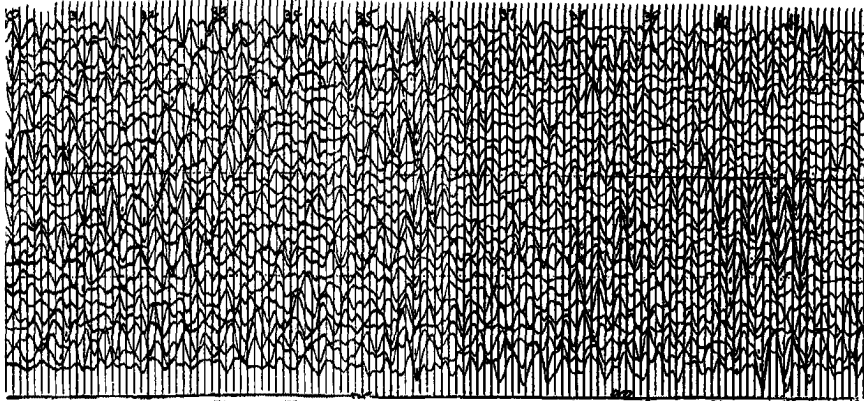


FIG. 9a

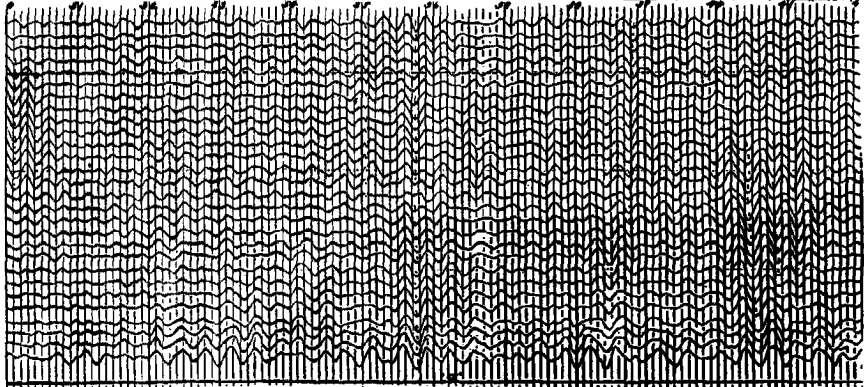


FIG. 9b

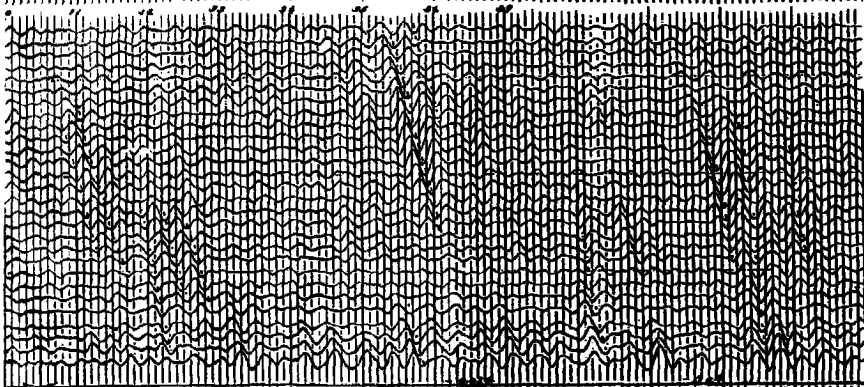
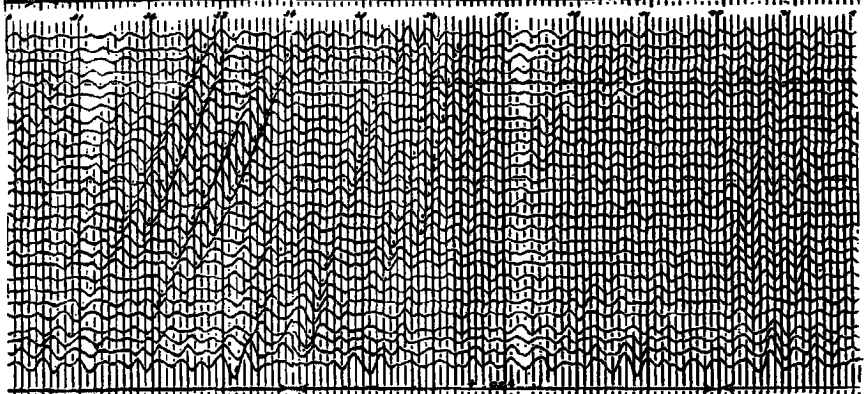


FIG. 9c



282533

FIG. 9d

Alberto de Elzaburu
San Pedro