

310667

P.- 28.870

1 JUL 1963



1963

REHECHA I

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar

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

e n

E S P A Ñ A

por VEINTE años

a nombre de SOCIETE DE PROSPECTION ELECTRIQUE SCHLUMBERGER, entidad francesa, establecida en 42, Rue Saint Dominique, París, Francia, por:

"APARATO PARA EXAMINAR UNA FORMACION GEOLOGICA"

La invención se refiere a un procedimiento y un dispositivo para el estudio de la pared de los sondeos petrolíferos y más particularmente a un procedimiento y dispositivo para detectar las fracturas existentes en las capas de terrenos duros atravesadas por dichos sondeos.

Es sabido que las capas de terrenos duros, los calcáreos por ejemplo, solamente pueden producir aceite en la medida que estén fracturadas. Es por lo tanto de mayor importancia poder detectar la presencia o ausencia de fracturas naturales en este tipo de capas depósitos

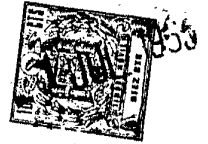


de manera de saber si los hidrocarburos que ellas contienen pueden ser fácilmente recuperables o no.

Los métodos utilizados hasta el presente para detectar la presencia de fracturas en los terrenos duros
5 recurrentes generalmente a medios acústicos. Es sabido, en efecto, que una onda acústica que se propaga en una roca que presenta fracturas sufre una atenuación particularmente importante debido a dichas fracturas. De una manera general, la medida del nivel de amplitud de la energía
10 acústica de una longitud de onda determinada recibida por un receptor está en relación directa con el ancho, el número y la orientación de las fracturas presentadas por un medio sólido interpuesto entre un emisor y dicho receptor. Diversos dispositivos para la detección de las fracturas
15 presentadas por las capas de terrenos duros que rodeen un sondeo han sido realizados basados sobre dicho principio y en función de la longitud de onda acústica utilizada; han sido determinados ábacos experimentales. Por medio de dichos ábacos, se puede deducir aproximadamente, de la am
20 plitud de la señal recibida, el ancho total de las fracturas que se presentan en el trayecto acústico estudiado.

Estos distintos dispositivos han permitido en numerosos casos obtener resultados interesantes. Ellos
25 presentan sin embargo una limitación particularmente molesta debido a que solamente pueden ser detectadas fracturas de un ancho relativamente importante. Esta limitación tiene como causa sobre todo la naturaleza del principal tipo de ondas acústicas creadas en las formaciones por los emisores omnidireccionales habitualmente utilizados en
30 los sondeos. Estas ondas son en efecto ondas de compresión

310667



relativamente poco sensibles a las fracturas.

Se sabe que un otro tipo de ondas se propaga en las formaciones al mismo tiempo que las ondas de compresión: son ondas de cizallamiento. Como la propagación de las ondas de cizallamiento está asegurada únicamente por los sólidos, se deduce que una faja de líquido aún de pequeño ancho ubicada sobre su trayecto atenúa dichas ondas de una manera particularmente importante. Para detectar las fracturas, parece por lo tanto interesante, a priori, tratar de utilizar solamente ondas de cizallamiento.

Sin embargo hasta el presente, los medios utilizados no han permitido realizar una elección entre las ondas de compresión y las ondas de cizallamiento en el momento de su creación en las capas de terrenos. En cambio, se ha tratado de seleccionar, entre las señales eléctricas complejas creadas en un receptor por diversas ondas acústicas recibidas, las señales más especialmente producidas por las ondas de cizallamiento. Por ello se ha recurrido al hecho de que la velocidad de propagación de las ondas de cizallamiento en las rocas duras susceptibles de presentar fracturas es 0,6 veces aproximadamente la velocidad de propagación de las ondas de compresión.

Es así que en la patente americana Nº 2.943.694, concedida a C. Goodman se ha previsto, para permitir separar las señales eléctricas simultáneamente creadas en un receptor por ondas de compresión y ondas de cizallamiento, hacer de manera que la longitud del trayecto emisor-receptor recorrido por dichas ondas tenga un valor particular determinado que provoque entre dichas señales un desfase de 90°. Por medio de un detector de fase y de

310667



amplitud, es luego teóricamente muy fácil separar los dos tipos de señales. Sin embargo, a consecuencia de las varia ciones importantes que presentan las velocidades de propa gación de los dos tipos de ondas en las diversas formacio nes halladas, no se ha podido nunca hacer una explotación
5 valedera de dicho procedimiento.

Otro método ha sido igualmente propuesto. Vi- sualizando sobre la pantalla de un tubo catódico señales proporcionadas por el receptor acústico, se observa, en
10 el caso de emisión por impulsos, un primer tren de ondas de compresión, luego una cierta cantidad de microsegundos después del comienzo de la llegada de este primer tren de ondas, un tren de ondas de cizallamiento. En ausencia de fracturas se constata que el segundo tren de ondas posee
15 una amplitud notablemente superior al primero. Si dicho trayecto acústico es cortado por fracturas de pequeño an- cho, el primer tren de ondas será debilitado por ejemplo en 10%, mientras que el segundo tren de ondas sufrirá una atenuación del 80%. Este método permite pues medir el de-
20 bilitamiento de las ondas de cizallamiento y obtener una información sobre la cantidad e importancia de las frac- turas - aún pequeñas - dispuestas sobre el recorrido emisor-receptor. Este método da buenos resultados en la-
25 boratorio, pero su explotación industrial en pozos es evi dentemente bastante larga y poco cómoda.

El objeto de la invención se refiere a un proce dimiento acústico para la detección de las fracturas que permite captar y registrar señales eléctricas creadas úni camente por ondas de cizallamiento cualesquiera sean las
30 variaciones de las velocidades de propagación de las on-

310667

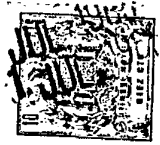


das acústicas en las rocas atravesadas.

El objeto de la invención se refiere además a un dispositivo de concepción y uso particularmente simples, destinado a crear en las formaciones ondas de cizallamiento, en transformar dichas ondas en una señal eléctrica y medir la amplitud de debilitamiento relativo de dicha señal.

De acuerdo con la invención, un procedimiento del tipo acústico para la detección de las fracturas presentadas por las formaciones atravesadas por un sondeo 10 lleno de líquido está caracterizado por el hecho de que un haz de ondas acústicas de compresión cuyo medio ángulo de abertura es relativamente estrecho se emite en dicho líquido; que la incidencia de dicho haz respecto a la 15 pared del sondeo es elegida para que por una parte se transmite un mínimo de ondas de compresión en las formaciones y que por otra parte un máximo de ondas de cizallamiento sea creado en dichas formaciones y además, refractada según una dirección de propagación aproximadamente paralela 20 a dicha pared y que las mencionadas ondas después de un recorrido de una longitud determinada en dichas formaciones son luego captadas de manera de proporcionar una información en relación a la presencia eventual de fracturas sobre este recorrido.

Este procedimiento presenta un doble interés 25 para la detección de las fracturas. Hay que notar antes que por razones del volumen de los transductores a descender en el sondeo, el empleo de un haz acústico estrecho implica la elección de una frecuencia relativamente 30 alta: por lo menos un centenar de kilociclos. En estas con



diciones, la longitud de onda creada en las formaciones es pequeña, lo que aumenta la influencia de una fractura de un ancho determinado sobre el debilitamiento de dicha onda. El segundo punto de interés del procedimiento reside en que la amplitud relativa de las ondas de cizallamiento creadas en las formaciones es muy grande respecto a la de amplitud de las ondas de compresión, lo que permite disponer en la recepción de una señal eléctrica cuya amplitud está particularmente afectada por la presencia de una fractura.

Las características y ventajas de la invención se destacarán asimismo en forma más precisa en la descripción que seguirá a continuación, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1 representa una sonda para la detección de las fracturas descendida en un sondeaje;

La Figura 2 representa un corte longitudinal de un patín de medición de tal sonda;

La Figura 3 es una vista de frente del patín de medición;

La Figura 4 es el esquema de circuitos eléctricos previstos en la mencionada sonda;

La Figura 5 representa señales eléctricas tomadas en diferentes puntos del esquema de la figura 4.

Según la figura 1, (10) representa un orificio de perforación lleno de líquido en el cual se desciende una sonda (12) para la detección de las fracturas presentadas por las paredes (14) del sondeo (10). La sonda (12) está unida al suelo por un cable electro-portador (16).

310667



La sonda (12) está formada de una primera parte (18) que comprende órganos de comando de desplazamiento del patín de medición (22) y del brazo de apoyo (24) al cual está fijado un patín auxiliar (26). La sonda (12) comprende una
5 segunda parte (20), que contiene los circuitos electrónicos de la figura 2. Dicha parte (20) está vinculada por conexiones (11), (13) y (15) a la fuente de alimentación (17) y a los galvanómetros (19) y (21).

La Figura 2 representa aplicada contra la pared
10 (14) el patín de medición (22). Este está formado por un bloque (28) de material heterogéneo constituido por bolillas de plomo de pequeño diámetro, sumergidas en una resina araldita. En el bloque (28) están practicados cuatro recintos cilíndricos (figura 3), asociados por pares:
15 (30-32) por una parte, (34-36) por otra parte. Los recintos (30) y (32) son practicados en el bloque (28) de manera de presentar, con respecto a la superficie exterior del patín (22) incidencias de aproximadamente 35° , simétricas con respecto al plano horizontal mediano. En cuanto a
20 los recintos (34) y (36), dispuestos en un plano horizontal, los mismos son simétricos con respecto al plano vertical mediano. En el interior de cada uno de dichos recintos está fijada una pastilla piezoeléctrica de titanato de bario. Las piezas cerámicas (38) y (40) respectivamente colocadas en los recintos (30) y (32), constituyen
25 transductores de emisión y de recepción de ondas acústicas. Su diámetro es de tres centímetros. Las caras delantera y posterior de cada uno de los transductores (38) y (40) están respectivamente conectadas a conductores (42), (44),
30 (46) y (48). El patín (22) está equipado por otra parte

310667



de bisagras de acoplamiento (50) y (52).

De acuerdo con la figura 4, una base de Tiempo (60) emite impulsos breves cuya frecuencia de recurrencia es de 500 ciclos/segundo. La salida de la Base de Tiempo (60) es aplicada al electrodo de comando de un Oscilador de Potencia Accionado (62) que proporciona una señal de 300 kilociclos, durante 25 micro-segundos aproximadamente. La salida del Generador (62) es aplicada al transductor de emisión (38), por la vinculación (42). Por otra parte, la salida de la base de tiempo (60) es aplicada al electrodo de accionamiento (64) de un Multivibrador monoestable (66), siendo dicho multivibrador a comando lineal de duración, el mismo presenta un electrodo de comando de duración (68). La salida del transductor de recepción (40) está conectada por la vinculación (48) a la entrada de un pre-amplificador (70) cuya salida está aplicada a la entrada de un amplificador de ganancia-variable (72) que posee un electrodo de comando de ganancia (74), siendo dicho comando de ganancia de efecto aproximadamente logarítmico. La salida del amplificador (72) es aplicada a una etapa de detección (76), cuya salida está conectada a la entrada de un filtro pasa bajos (78) y de un circuito de umbral (79), el cual está seguido de una etapa (80) de Puesta en Forma de impulso calibrado. La salida de la etapa de Puesta en Forma (80) es aplicada a la entrada de dos circuitos lógicos ET (82) y (84) que además reciben respectivamente las salidas 1 y $\bar{1}$ del multivibrador monoestable (66). Las salidas de los circuitos ET (82) y (84) son respectivamente aplicadas a los electrodos de comando de cierre (85) y (87) de dos interruptores (86) y (88).

310067



El interruptor (86) está adaptado para establecer una vinculación entre un generador (90) de corriente negativa calibrado -I y un condensador-memoria (92). El interruptor (88) está adaptado para establecer una vinculación entre un generador (94) de corriente positiva calibrado +I y el condensador (92). El Condensador-Memoria (92) está conectado por una vinculación (93) al electrodo de comando de duración (68) del multivibrador monoestable (66). El condensador (92) está vinculado además por la conexión (13) a la entrada del aparato de medición (19).

La constante de tiempo de descarga del condensador (92) iguala varios centenares de períodos de la base de tiempo (60).-- La salida del circuito lógico ET (84) está igualmente conectada al electrodo de comando de accionamiento de una Puerta electrónica de Lectura (98), cuya salida está vinculada al electrodo de comando de funcionamiento (100) de un Comparador de Amplitudes (102). El comparador (102) tiene sus dos entradas (104) y (106) respectivamente conectadas a la salida del filtro pasa bajos (78) y de una fuente de Referencia de Amplitud (108). La salida del Comparador de Amplitudes (102) está aplicada a la entrada de un Amplificador Lineal (110), cuya salida está conectada a un Condensador-Memoria (112) él mismo vinculado al electrodo de comando de ganancia (74) del Amplificador de Ganancia Variable (72). La salida del Condensador-Memoria (112) está además vinculada por la conexión (15) a la entrada del segundo aparato de medición (21). La constante de tiempo del condensador-memoria (112) es como máximo igual a algunas decenas de períodos de la base de tiempo (60).

310667



5 Cuando el transductor piezoeléctrico (38) emite
en el lodo presente en el sondeo (10) una onda acústica de
compresión, dicha onda forma un haz ultrasonoro cuyo me-
dio ángulo de abertura está determinado con respecto de
la longitud de onda emitida y del diámetro (3 cm) del
transductor (38). Como la velocidad de propagación de las
ondas acústicas en el lodo es de 1.500 metros aproximada-
mente, el medio ángulo de abertura de haz sonoro en 300
kilociclos emitido por el transductor (38) es muy sensi-
blemente de 10°. Siendo la inclinación del recinto (30)
10 practicado en el patín (22) de aproximadamente 35° con
respecto a la superficie del mencionado patín, las diver-
sas incidencias de las ondas emitidas por el transductor
(38) sobre la pared (14) de la perforación (10) van de
15 25 a 45°.

Se sabe que las velocidades de propagación de
las ondas de compresión en las rocas duras susceptibles
de presentar fracturas son generalmente de 5.000 metros/
segundo más o menos 20 %, mientras que las velocidades
20 de propagación de las ondas de cizallamiento en las mis-
mas formaciones son de 3.000 metros/segundo, más o menos
20 %. En estas condiciones la incidencia del haz ultra-so
noro que provoca una reflexión total de las ondas de com-
presión sobre la pared del sondeo está comprendida entre
25 15 y 20°, mientras que la incidencia del haz que crea en
las formaciones una onda de cizallamiento refractada pa-
ralelamente a la pared del sondeo, está comprendida en-
tre 25 y 45°.

Gracias a su incidencia media de 35° y a su me-
30 dio ángulo de abertura de 10°, el haz ultrasonoro emitido

310667



por el transductor (38) no puede pues provocar teóricamente en las formaciones, más que ondas de cizalla. En la práctica, sin embargo, hay que considerar que intervienen diversos factores para hacer que sea imperfecta la reflexión total de las ondas de compresión que podría esperarse. Entre dichos factores, debe señalarse especialmente la rugosidad de la pared y las variaciones de incidencia debidas a modificaciones locales del diámetro de perforación. La experiencia prueba sin embargo que las amplitudes relativas de las ondas de compresión y de cizalla creadas por el transductor (38) son a lo sumo de algunos porcientos.

Fijándose el transductor (38) en el bloque (28) constituido de un material heterogéneo (pequeñas bolillas de plomo hundidas en araldita), la onda posterior creada por la vibración de dicho transductor es rápidamente absorbida. Lo mismo sucede con las ondas de compresión reflejadas sobre la pared (14) del sondeo. Se puede pues considerar que las únicas ondas que alcanzan el transductor (40) colocado en el recinto (32) son las ondas de cizalla que se han propagado en la formación. Al nivel del recinto (32), una cierta cantidad de dichas ondas sale de la formación, se transforma en ondas de compresión en el lodo de sondeo (10) y golpea el transductor (40). Debido a la incidencia a 35° del recinto (32), respecto a la pared (14), se recoge una señal de amplitud máxima. La longitud del trayecto recorrido por las ondas de cizalla en las formaciones es unos diez centímetros aproximadamente. Como este trayecto equivale a una decena de longitudes de onda, y que el decrecimiento logarítmico de la energía



acústica en el tipo de formación estudiado es del orden de 0,5, la atenuación en ausencia de fracturas, es de aproximadamente 150. La señal creada en los bornes del transductor (40) por una parte de estas ondas es amplificada por un preamplificador (70) antes de ser aplicada al amplificador de ganancia variable (72). Si una fractura F está interpuesta sobre el trayecto de la onda acústica recibida por el transductor (40), la amplitud de esta onda es disminuída muy notablemente. El objeto del detector de fracturas de acuerdo con la invención es de registrar dichos debilitamientos. En un momento dado, si la señal en los bornes del transductor (40) es nula, o muy débil, se podría arribar a la conclusión que existen una o varias fracturas de gran ancho entre los transductores (38) y (40). Como ello solamente puede producirse en rocas duras, es indispensable verificarlo de manera que no haya duda alguna sobre la calidad de las informaciones proporcionadas por el aparato. El conjunto de estos dispositivos está presentado en la figura 4.

La parte superior del esquema de la figura 4 constituye un dispositivo que tiene por objeto medir en cualquier momento la velocidad de propagación de las ondas de cizalla en las formaciones estudiadas. A tal efecto, el multivibrador monoestable a comando lineal (66) es puesto en marcha por la impulsión de accionamiento S (60) emitida por la Base de Tiempo (60). La duración de la impulsión S (66--1) proporcionada por el multivibrador (66) es determinada por la amplitud de la tensión aplicada a su electrodo de comando (68). La señal emitida por el transductor de recepción (40) es amplificada en los amplifica-

3 1 0 6 6 7



dores (70) y (72), detectada en la etapa de detección
(76) y puesta en forma en la etapa (80). Un impulso S 80
cuya duración es de aproximadamente 5 microsegundos es
aplicado sobre una de las entradas de los circuitos a
5 coincidencia (82) y (84), mientras que las señales com-
plementarias 1 y $\bar{1}$ del multivibrador (66) son transmiti-
das respectivamente a la otra entrada de dichos circuitos
(82) y (84). Se obtiene a la salida de los circuitos a
coincidencia (82) y (84) dos impulsos S 82 y S 84. El fren
10 te delantero del impulso S 84 es sincrónico con el frente
posterior del impulso S 82 y la suma de la duración de
estos dos impulsos es igual a la duración del impulso S
80. La presencia de un impulso S 82 sobre el electrodo
(85) de comando de cierre del interruptor (86) permite
15 al generador (90) proporcionar una corriente constante
negativa $-I$ al condensador-memoria (92), durante toda la
duración de dicho impulso S 82. Igualmente, la presencia
del impulso S 84 sobre el electrodo (87) de comando de
cierre del interruptor (88) permite al generador (94) pro
20 porcionar una constante positiva $+I$ al condensador memo-
ria (92). Al final del impulso S 80, la tensión en los
bornes del condensador (92) ha sufrido una variación pro
porcional a la diferencia de duración de los impulsos S
82 y S 84. Como el condensador-memoria (92) está unido
25 por una vinculación (93) al electrodo de comando de dura-
ción (68) del multivibrador (66), hay constituido un ani
llo de contrarreacción a efecto integral que, de ciclo en
ciclo tiene como efecto de obligar progresivamente al
frente posterior S 66 - 1 a coincidir con el instante me
30 dio de impulso S 80. La duración del impulso S 66 - 1 es

310667



pues igual al tiempo de propagación de las ondas acústicas entre los transductores de emisión (38) y de recepción (40). Como el multivibrador (66) posee un comando lineal de duración, la tensión presente en los bornes del condensador-memoria (92) y medida por el galvanómetro (19) es proporcional al tiempo de propagación de las ondas acústicas entre los transductores (38) y (40).

La parte inferior del esquema de la figura 4 constituye el dispositivo que permite medir el debilitamiento sufrido por las ondas de cizalla en el curso de su trayecto en las formaciones. La señal eléctrica creada por el transductor (40), es amplificada en las etapas (70) y (72), detectada en (76) y filtrada en (78): una señal-envolvente S 78 de una amplitud notable y de una duración igual a 25 microsegundos, aparece a la salida del filtro pasa bajos (78). El conjunto de los circuitos (72 - 76 - 78), del comparador de amplitudes (102), del amplificador (110) y del condensador-memoria (112), constituye un anillo de contrarreacción que tiene por efecto modificar la ganancia del amplificador de ganancia variable (72) para que la amplitud media de la señal envolvente S 78 aplicada a la entrada (104) del comparador de amplitudes (102) sea constantemente igual a un valor de referencia determinado por la fuente (108). En ausencia de una señal envolvente en (104), el comparador de amplitudes (102) está normalmente bloqueado. La puerta de lectura (98) que pone en funcionamiento el comparador (102), es un impulso de 10 microsegundos de duración que arranca en el frente delantero del impulso S 84. La puerta de lectura S 98 es sincrónica con la señal S 72. La salida



del comparador (102) es por lo tanto una señal de error igual a la diferencia entre la amplitud media de la señal envolvente durante la duración de la puerta de lectura S 98 y la amplitud de la fuente de referencia (108).
5 Esta señal de error es amplificada en (110) y memorizada en (112). Como la tensión de comando de ganancia del amplificador descrito anteriormente regula la amplitud de la tensión presente en (74), a un valor igual al logaritmo del debilitamiento creado por las fracturas interpuestas
10 entre el emisor (38) y el receptor (40).

Bajo el efecto de la tensión aplicada en (74) en el caso del ejemplo presente, la ganancia del amplificador (72) puede variar de 1 a 1000. Se podría creer que en estas condiciones, las señales de débil amplitud producidas en el receptor (40) por las ondas de compresión que
15 entraron en la formación debido a una reflexión total imperfecta corren el riesgo de provocar un funcionamiento intempestivo del dispositivo. Ello puede parecer tanto más probable puesto que en la práctica, las fracturas presentadas por las rocas no pueden ser consideradas como
20 simples fajas de agua. En efecto, dichas fracturas están frecuentemente dispuestas de una manera oblicua respecto a la vía acústica. Se puede imaginar además que en distintos puntos granos de arena, de superficie total pequeña,
25 pero que tienen un papel relativamente más importante en la transmisión de las ondas de cizalla que en la transmisión de las ondas de compresión, sostienen dichas fracturas. Por ello, en general la relación entre los coeficientes prácticos de atenuación de las ondas de cizalla y las
30 ondas de compresión es menos importante que lo haría supo

310667



ner la teoría. La experiencia muestra sin embargo que una
fractura determinada provoca siempre, una atenuación por
lo menos tres veces superior para las ondas de cizalla
que para las ondas de compresión. La experiencia muestra
5 igualmente que con un dispositivo de acuerdo con la in-
vención la amplitud relativa de las ondas de compresión y
de cizalla creadas en una formación es de aproximadamente
2 %. En consecuencia, la amplitud de un impulso parásito
eventualmente creado en la salida de la etapa de detección
10 (76) por una onda de compresión recibida en (40) es siem-
pre pequeña frente a la amplitud consigna a la que está
sometida en esta misma salida la envolvente del impulso
provocado por las ondas de cizalla. Es la función del
circuito a umbral (79) seleccionar, según su amplitud,
15 las señales eléctricas que aparezcan a la salida de la
etapa de detección (76) e impedir así a las señales parás-
tas producidas por la recepción de las ondas de compre-
sión accionar el funcionamiento de la etapa de puesta en
forma (80). Como las tensiones medidas por los galvanóme-
20 tros (19) y (21) proceden de fuentes comandadas por la im-
pulsión S 80 proporcionada por la etapa de puesta a punto
(80) y que dicho impulso no puede ser provocado más que
por la recepción de una onda de cizalla, se deduce que
las indicaciones de los galvanómetros (19) y (21) son en
25 cualquier ocasión, respectivamente relativas al tiempo de
transito y al debilitamiento de dichas ondas de cizalla.

Hay que destacar igualmente que la utilización
del condensador-memoria (92) cuya constante de tiempo es
igual a varios centenares de ciclos de emisión, permite al
30 dispositivo de acuerdo con la invención operar la selec-



ción adecuada entre las diversas señales recogidas por el transductor de recepción (40). En efecto, el mantenimiento de una tensión proporcional al tiempo de tránsito en el condensador (92), determina el instante posible de aparición de la puerta de lectura S 98. En estas condiciones, la brusca disminución de amplitud de la señal de recepción anteriormente recibida N microsegundos después de la emisión no permite sin embargo a señales de amplitud notable recibidas eventualmente antes, provocar un funcionamiento intempestivo de los circuitos de cálculo del debilitamiento. Por su parte, el condensador-memoria (112) que tiene una constante de tiempo como máximo igual a algunas decenas de ciclos de emisión modifica rápidamente su carga para que la ganancia del amplificador (72) restituya a la señal de salida del filtro pasa bajos (78) su valor de consigna: El galvanómetro (21) registra entonces un aumento brusco de tensión que caracteriza con toda seguridad una fractura, puesto que la puerta de lectura S 98 debido a la inercia de su comando ha funcionado sin embargo en el momento preciso de la recepción de la señal de pequeña amplitud. En cambio, si la señal de recepción desaparece totalmente por una causa o por otra, ningún impulso S 80 ó S 98 puede ser engendrado y la dependencia de cálculo del debilitamiento queda en anillo abierto. En estas condiciones el condensador (112) se descarga. En este caso sin embargo el mantenimiento de la tensión en los bornes del condensador (92) permitirá a la puerta de lectura S 98 producirse a partir de la reaparición de una señal útil de recepción.

Gracias al dispositivo de acuerdo con la inven-

310667



ción se registra según una escala logarítmica los debili-
tamientos de las ondas de cizalla en una capa de ancho de
terminado. Se tiene pues una información directamente fun-
ción de la amplitud total de las fracturas encontradas.

5 El empleo de una escala logarítmica es particularmente
cómodo debido a la relación 1.000 que se ha fijado entre
las señales de recepción utilizables. El registro simul-
táneo del tiempo de preparación permite verificar la ca-
lidad de la información antes mencionada y al mismo tiempo
10 apreciar la dureza o compacidad de las formaciones y por
lo tanto la predisposición de dichas formaciones en pre-
sentar eventuales fracturas.

Los transductores (38) y (40) a los que ya se
ha referido en la presente descripción, están dispuestos
15 en un plano vertical. Las informaciones indicadas en (19)
son pues relativas a la duración del trayecto vertical
de las ondas de cizalla y las informaciones indicadas en
(21) sobre todo relativas al debilitamiento provocado
por fracturas horizontales presentes en dicho trayecto.

20 Mediciones experimentales han mostrado que los debilita-
mientos provocados por una fractura de ancho determinado
sobre una onda de cizalla, son de 12, de 8 ó de 2 según
que dicha fractura esté dispuesta a 90°, a 45° ó a 30°,
sobre el camino de dicha onda. La necesidad de un segundo
25 par de transductores dispuestos en un plano horizontal y
colocados por ejemplo en recintos (34) y (36) (ver figura
3) parece pues evidente. No se extenderá sobre el funcio-
namiento de dichos transductores. Los mencionados trans-
ductores funcionarán de preferencia sobre una frecuencia
30 distinta de los transductores (38) y (40). Para no recar-



gar la electrónica asociada se podrá recurrir a un dispositivo de conmutación automática o también manual.

Se entiende que la invención no está limitada a la forma de realización descrita anteriormente a título de ejemplo no limitativo sino que por el contrario puede ser objeto de diversas variantes. Es así por ejemplo por cada uno de los anillos de dependencia descriptos puede ser realizado de manera diferente con tal que se mantenga el objeto. Es así que el condensador-memoria (92) del anillo de dependencia para el cálculo de tiempo de tránsito es alimentado, en forma general, por un circuito comparador del instante de aparición del frente posterior de impulso S 66 - 1 y del instante medio del impulso S 80.

La frecuencia de las señales emitidas y la duración de un ciclo de funcionamiento, pueden evidentemente ser modificados. La necesidad de realizar un haz ultrasónico estrecho con transductores de tamaño aceptable conduce a utilizar solamente frecuencias superiores a 100 kilociclos. Por otra parte, la necesidad material de separar por lo menos con varios centímetros de material absorbente los transductores de emisión y de recepción impone una limitación superior a la frecuencia de emisión debido a debilitamientos prohibitivos producidos por el trayecto acústico aún en ausencia de fracturas. Esta limitación es de alrededor de 700 kilociclos. En lo que respecta a la duración del impulso emitido, de una manera general, será suficiente una decena de períodos de la señal H.F.

En cuanto a la frecuencia de recurrencia de los ciclos de emisión, ella está determinada por la velocidad que se encare accionar la sonda y por el espaciamiento de

310667



5 los transductores emisor y receptor situados en el plano vertical. Basta que el período de un ciclo sea pequeño respecto al tiempo utilizado por la sonda para recorrer una distancia igual a la que separa los transductores de emisión y de recepción.

N O T A

10

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:

15

1.- Aparato para examinar una formación geológica atravesada por un sondeo lleno de líquido y más particularmente para detectar las fracturas presentadas por dicha formación, de la clase que comprende órganos de emisión destinados a producir un haz de ondas acústicas a elevada frecuencia y a transmitirlo a dicha formación, órganos de recepción colocados a una cierta distancia de los precedentes y adaptados para captar dichas ondas después que han efectuado un trayecto dado en dicha formación y para generar una señal eléctrica de amplitud proporcionada a la amplitud de las ondas recibidas, caracterizado por que dichos órganos de emisión están realizados de tal manera que las ondas acústicas que se propoagan en la formación y que son captadas luego por los órganos de recepción son casi únicamente ondas de cizallamiento.

25

2.- Un aparato según la reivindicación 1 se ca-

30



racteriza además por que comprende órganos para absorber las ondas emitidas por los órganos de emisión que son reflejadas luego por las paredes del sondeo y las que se propagan en el sondeo y no penetran en las formaciones.

5 3.- Un aparato según la reivindicación 2 se caracteriza además por que comprende órganos de cálculo asociados a los órganos de recepción y destinados a proporcionar una primera magnitud eléctrica función, y de preferencia proporcional al logaritmo, de la atenuación
10 sufrida por las ondas acústicas en el curso de su trayecto entre los órganos de emisión y de recepción, y una segunda magnitud eléctrica función de la duración de dicho trayecto.

15 4.- Un aparato según la reivindicación 2, que comprende un patín adaptado para apoyarse contra la pared del sondeo por medio de órganos elásticos, por lo menos dos transductores piezoeléctricos montados en dicho patín, estando asociados dichos transductores a circuitos electrónicos de manera que constituyen órganos de emisión y
20 de recepción de ondas acústicas, se caracteriza por que por lo menos el transductor de emisión está colocado en el fondo de un alojamiento practicado en dicho patín, estando constituidas las paredes y el fondo de dicho alojamiento por un material heterogéneo absorbente de dichas
25 ondas acústicas, siendo determinadas la inclinación de dicho alojamiento y de la superficie libre de dicho transductor lo mismo que el diámetro de dicho transductor, de manera que permiten la emisión de un haz acústico cuya incidencia con relación a la pared del sondeo está comprendida entre 25 y 45° con el fin de que solo puedan ser
30

3 1 0 6 6 7



creadas practicamente ondas de cizallamiento en las forma
ciones que rodean el sondeo.

5 5.- Un aparato según la reivindicación 4 se ca-
racteriza además por que la incidencia con relación a la
pared del sondeo de los haces emitidos o recibidos por
los transductores es simétrica con relación a un plano
horizontal.

10 6.- Un aparato según la reivindicación 4 se ca-
racteriza además por que la incidencia con relación a la
pared del sondeo de los haces emitidos o recibidos por
los transductores es simétrica con relación a un plano
vertical.

15 7.- Un aparato según la reivindicación 4 se ca-
racteriza además por que el transductor de emisión está
unido a un oscilador de potencia cuyo funcionamiento es
disparado por una base de tiempos, poseyendo dicho osci-
lador una frecuencia de oscilación comprendida entre 100
y 700 kilociclos y una duración de funcionamiento igual
a una decena de períodos.

20 8.- Un aparato según la reivindicación 3 se
caracteriza además por que los órganos de cálculo de la
atenuación de las ondas acústicas captadas por los órga-
nos de recepción comprenden un amplificador de ganancia
variable que posee un electrodo de mando de ganancia, es-
25 tando unida la entrada de dicho amplificador a la salida
de un preamplificador que recibe las señales suministradas
por dichos órganos de recepción, y la salida de dicho am-
plificador unida a un circuito de detección seguido de un
circuito de filtración, y porque dicho amplificador forma
30 parte de un bucle de subordinación destinado a mantener a



un valor de consigna la amplitud media de la señal de salida de dicho circuito de filtración y comprende un comparador de amplitudes provisto de un electrodo de mando de funcionamiento y de dos entradas conectadas respectivamente a la salida de dicho circuito de filtración y de una fuente de tensión de referencia, estando aplicada la salida de dicho comparador a otro amplificador seguido de un condensador-memoria cuya constante de tiempo de fuga es a lo sumo igual a algunas decenas de períodos de emisión, estando unido dicho condensador al electrodo de mando de ganancia del amplificador de ganancia variable, mientras que el electrodo de mando de funcionamiento del comparador de amplitudes está unido a la salida de una puerta de lectura que suministra una señal de duración determinada, síncrona de la señal de recepción, estando unido además dicho condensador-memoria a un aparato de medición que indica dicha atenuación.

9.- Un aparato según la reivindicación 3 se caracteriza además por que los órganos de cálculo del tiempo de tránsito de las ondas acústicas emitidas por el transductor de emisión y recibidas por el transductor de recepción comprenden un multivibrador monoestable que posee un electrodo de mando de disparo y un electrodo de mando lineal de duración, dicho electrodo de mando de disparo está unido a la salida de una base de tiempo de emisión mientras que dicho electrodo de mando de duración está unido a un condensador-memoria cuya constante de tiempo de fuga iguala varios centenares de períodos de emisión, estando alimentado dicho condensador por un circuito comparador del instante de aparición del frente trasero de

310667



impulsos suministrado por dicho multivibrador y del instante medio de un impulso síncrono de la señal de recepción, estando unido además dicho condensador a un aparato de medición que indica dicho tiempo de tránsito.

5 10.- Aparato según la reivindicación 9, caracterizado por que el circuito comparador de sucesos que alimenta el condensador-memoria comprende: dos circuitos de coincidencia en los cuales se aplican respectivamente las dos salidas binarias del multivibrador monoestable y
10 un impulso síncrono de una señal útil de recepción, estando reunidas las salidas de dichos circuitos de coincidencia, cada una, a uno de los dos electrodos de mando de un generador de corriente, estando adaptado dicho generador para suministrar una corriente positiva de una amplitud
15 dada cuando su primer electrodo de mando es alimentado y una corriente negativa de igual amplitud cuando su segundo electrodo es alimentado, estando reunida la salida de dicho generador a dicho condensador-memoria, el cual está conectado al electrodo de mando de duración de dicho multivibrador monoestable.
20

11.- Un aparato según la reivindicación 9, en el cual el circuito que suministra el impulso síncrono de la señal de recepción es un multivibrador monoestable que recibe a través de un circuito de umbral, la señal de salida de un circuito de detección que sigue a un preamplificador unido al transductor de recepción.
25

12.- Un aparato según la reivindicación 8, en el cual la puerta de lectura que manda el funcionamiento del comparador de amplitud se caracteriza por que es disparada por la señal de salida del circuito de coincidencia.
30

3 1 0 6 6 7



cia que recibe la salida del multivibrador monoestable del cálculo de tiempo de tránsito definido en la reivindicación 9 y un impulso sincrónico de la señal de recepción.

5 13.- Aparato para examinar una formación geológica.

Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede y para los fines que se han especificado.

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

Madrid,

11 JUL 1960

P. A.

Abogado de España
Por Madrid