

403083

P.- 50.951

21.377-383-386-388



403083

F. 24-2.75

MEMORIA DESCRIPTIVA

Int. Cl.: G01V

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de SOCIÉTÉ DE PROSPECTION ELECTRIQUE
SCHLUMBERGER

entidad francesa

con domicilio en 42, rue Saint-Dominique, 75 París
7ème, Francia.

por: "UNA DISPOSICION DE SONDA DE DIAGRAFIA ACUSTICA"
(Clase Internacional G01v)

27.5.72

- 1 -

403083



5 El invento se refiere a perfeccionamientos en los equipos de diagrafía de los pozos y más en particular a perfeccionamientos destinados a mejorar las condiciones en las cuales las ondas acústicas utilizadas son emitidas y recibidas en las sondas de diagrafía acústica.

10 En los equipos de diagrafía acústica actualmente empleados, la sonda bajada en el pozo es un cilindro alargado que comprende habitualmente por lo menos un transductor de emisión y un transductor de recepción montados según el eje del cilindro y separados uno de otro por una distancia notable determinada (50 a 150 cm). Dichos transductores están realizados de tal forma que las ondas acústicas elementales emitidas y recibidas interesan únicamente a la totalidad de la capa de formación próxima al pozo, comprendida entre dos transductores. A este efecto, los transductores utilizados son cilindros de revolución realizados de material, ya sea magnetoestrictivo, ya sea piezoeléctrico, estando el eje de los
15 citados cilindros dispuesto según el eje de la sonda y por lo tanto al menos aproximadamente paralelo al eje del tramo de pozo en curso de investigación.

20 En la figura 1 se ha representado de una manera esquemática una sonda de diagrafía acústica convencional bajada en un pozo. Según la figura 1, una sonda
25

27.5.72

403083



de diagrafia acustica 10 es bajada en un pozo 12 lleno de lodo, por medio de un cable 14 que pasa sobre una pollea 16 y que termina en un equipo de superficie 18 de tipo conocido destinado al mando del cable, la alimentacion de la sonda, el tratamiento y el registro de las diferentes señales en funcion de la profundidad de la sonda (union 17). La sonda 10 esta provista de un transductor de emision 20 y un transductor de recepcion 22 cuyos puntos medios estan separados uno de otro por una distancia fija S. Dichos transductores son habitualmente tubos cilundricos identicos del tipo magnetoestrictivo, dispuestos en el eje de la sonda y adaptados para emitir y para recibir ondas acusticas cuyo pseudo-periodo aparente esta generalmente comprendido entre 20 y 50 μ s. En la figura, se ha denominado A-A' y B-B' a los extremos superiores e inferiores respectivos de los transductores 20 y 22. Por lo demas, se han representado los caminos recorridos por las ondas acusticas emitidas y recibidas por los extremos de dos generatrices homologas de los transductores 20 y 22.

Como se ve en la figura, las ondas elementales emitidas por los diferentes puntos de las generatrices del transductor 20 y transmitidas despues con el ungulo de refraccion lumite en la pared del pozo y recibidas a continuacion por los diferentes puntos de las ge-

403083



neratrices del receptor 22 siguen trayectos cuyas dife-
rencias de longitud son importantes, puesto que, en efec-
to, los valores extremos de dichas longitudes son res-
pectivamente ACD'B' y BDC'A'. Al nivel de la generatriz
5 AB, las ondas elementales emitidas por cada punto de di-
cha generatriz están todas en fase pero una vez que las
mismas se propagan en la formación según el recorrido
de refracción límite, aparece un desfase entre ellas,
que aumenta progresivamente de C a D para alcanzar un
10 máximo. En el transductor de recepción 22, cada punto
de éste se comporta como un receptor elemental. Se ve
por lo tanto que de A' a B' el desfase relativo de las
ondas elementales recibidas en cada instante aumenta de
nuevo progresivamente. Se observará que cuanto más im-
15 portante es la longitud del transductor de emisión con
respecto a las longitudes de onda emitidas, mayor es el
desfase de las ondas elementales que siguen el trayecto
de refracción límite. Del mismo modo, cuanto más impor-
tante es la longitud del transductor de recepción con
20 respecto a las longitudes de onda en la formación, ma-
yor es el desfase de las ondas elementales que intere-
san los puntos extremos de cada generatriz del recep-
tor.

La señal eléctrica generada por el recep-
25 tor 22 es en estas condiciones representativa de la re-

403083



sultante de ondas elementales que presentan la doble particularidad de estar a la vez desfasadas unas respecto a otras y ser detectadas por un transductor que hace la suma de las mismas a lo largo de su altura.

5 Hasta el presente se ha aceptado tal estado de hecho y se han sacado del mismo medidas prácticas válidas - especialmente la del tiempo de tránsito Δt en un tramo de formación de espesor S - a pesar de los numerosos inconvenientes de principio que presentaba dicha

10 técnica. Se sabe en efecto que la resultante de señales elementales desfasadas unas con respecto a otras posee con respecto a la resultante de las señales de fase, una amplitud notablemente más pequeña y un pseudo-período aparente diferente. Se puede señalar que

15 la atenuación de la señal de recepción resultante, debida al desfase de las ondas elementales útiles es tanto más grande cuanto más pequeña es la velocidad de propagación de dichas ondas en las formaciones. En estas condiciones, la relación señal/ruido del conjunto es

20 disminuída notablemente y sucede con frecuencia, especialmente en el caso de las formaciones blandas, que la señal resultante no presenta una amplitud suficiente para poder ser detectada válidamente para la medida del tiempo de tránsito de las ondas, debido a la dismi-

25 nución de amplitud y a la deformación de las primeras

403083



alternancias de la señal útil.

5 A estos diversos inconvenientes es preciso añadir además la gran sensibilidad a la excentricidad del aparato en el pozo. Para paliar este inconveniente se han utilizado centradores tales como 24 y 26 en la figura 1, que son láminas de resorte cuyo efecto, por lo menos en los tramos de pozo verticales, es el de mantener la sonda en el eje del pozo. Pero esto ya no es verdad desde el momento en que el pozo está
10 inclinado. Tal sensibilidad se explica fácilmente por los desfases diferentes que sufren las diferentes ondas elementales que alcanzan el receptor. A título de ejemplo, se observará que se obtiene un debilitamiento medio de 10 dB para una excentricidad de 0,5 a 1,5 cm en
15 un pozo de 30 cm de diámetro, aumentando a continuación rápidamente la amplitud de la señal detectada a medida que la sonda se aproxima a la pared del pozo para alcanzar un nivel un poco inferior al que se obtiene con una sonda centrada.

20 Para paliar estos inconvenientes, se ha propuesto otro tipo de aparato de diagrafía acústica. En este tipo de aparato, los transductores de emisión y de recepción están montados sobre un patín adaptado para ser aplicado sobre la pared del pozo, siendo dichos
25 transductores discos piezoeléctricos. Una disposición

403083



recibidas son aumentadas notablemente mientras que la amplitud de los ruidos creados en el curso de los desplazamientos de la sonda y la amplitud de los ruidos superpuestos a la señal útil detectada son disminuídos notablemente.

5

Según el invento, una sonda de diagrafía acústica del género que comprende:

- un cuerpo de forma alargada aproximadamente cilíndrico, adaptado para ser desplazado en el pozo por medio de un cable,

10

- medios para emitir ondas acústicas susceptibles de propagarse en las citadas formaciones que incluyen por lo menos un transductor de emisión,

15

- medios para recibir las citadas ondas acústicas después de su trayecto en las citadas formaciones y para generar señales eléctricas representativas de las citadas ondas recibidas, que incluyen al menos un transductor de recepción estando los citados transductores de emisión y de recepción longitudinalmente dispuestos en el citado cuerpo,

20

se caracteriza porque estando los citados transductores de emisión y de recepción excentrados en una misma dirección en el pozo, el o los transductores de emisión están constituídos cada uno por uno o varios elementos,

25

la geometría y la disposición de los cuales en el cuerpo

403083



5 de sonda son tales que el diagrama de directividad de la energía acústica emitida, por lo menos en el conjunto de las direcciones correspondientes a los ángulos de incidencia útiles, corresponde al menos aproximadamente al de una fuente puntual.

Según otra característica del invento, cada elemento de transductor de emisión es un tubo cilíndrico de revolución cuyo eje es perpendicular al eje de la sonda.

10 Gracias a estas disposiciones, la mayor parte de las ondas acústicas útiles que transitan en la formación según el ángulo de refracción límite están en fase. Por lo demás, en el momento en que penetran en las formaciones, poseen una amplitud máxima independiente del tipo de formación encontrado.

15 Según otra característica del invento, se han previsto medios para excentrar en una misma dirección los transductores de emisión y de recepción en el pozo, que comprenden brazos para excentrar el cuerpo de sonda en el agujero de pozo y apoyos para evitar el contacto directo del citado cuerpo de sonda con la pared del citado pozo estando los citados brazos y los citados apoyos dispuestos por encima y por debajo del grupo formado por los citados transductores.

25 Según otra característica del invento,

403083



los transductores de emisión y de recepción están a su vez excentrados en el cuerpo de la sonda en la dirección de los citados apoyos.

5 Según otra característica del invento, en una sonda de diagrafía acústica, la geometría de los transductores de recepción, su disposición y la de su blindaje asociado son tales que el diagrama de directividad de los citados transductores de recepción, por lo menos en el conjunto de las direcciones de recepción correspondientes a los diferentes trayectos seguidos por las ondas recibidas en función de los diferentes tipos de formación encontrados, es en la práctica independiente de las citadas direcciones.

10

15 Según otra característica particular de la precedente, los transductores de recepción están constituidos por al menos un tubo cilíndrico de revolución, de diámetro notablemente más pequeño que la longitud de onda media de las vibraciones a recibir estando cada tubo dispuesto en la sonda de tal manera que su eje de revolución sea perpendicular al eje de la sonda.

20

Con transductores próximos a la pared, las ondas acústicas útiles tienen un trayecto reducido en el lodo de sondeo y por lo tanto una amplitud más grande al nivel de los receptores y un tiempo de tránsito total disminuído que permite la investigación de

25

403083



formaciones a velocidad de tránsito reducida, relativamente próxima a la del lodo.

5 En las sondas de diagrafía acústica, aparece claramente que los medios de soporte de los transductores, es decir, el cuerpo de la sonda o el patín de medida con sus brazos de unión al cuerpo, deben estar
10 contruídos de modo que la energía acústica no pueda propagarse en los mismos o, por lo menos, que su propagación se haga a una velocidad notablemente inferior a la que tiene en las formaciones exploradas. Está claro, en efecto, que si no se cumple esta condición, el circuito de medida del tiempo corre el peligro de ser para
15 do prematuramente por las ondas acústicas liberadas por el emisor y que se propagan en los soportes, lo que impide toda medida válida. Esta transmisión parásita, a lo largo de los soportes, de las ondas que provienen del emisor, no es sin embargo la única que debe ser combatida. En efecto, es bien conocido que el desplazamiento de la sonda en el pozo genera ondas de ruido debidas a
20 su frotamiento -o incluso a choques- contra las paredes. Los soportes de la sonda deben por lo tanto estar también en condiciones de evitar que dichas ondas de ruido tengan un efecto parásito sobre los receptores.

25 Para resolver estos problemas de transmisión parásita en las sondas de exploración acústica, se

403083



5 ha propuesto utilizar soportes de transductores realizados de un material de fuerte atenuación acústica, tal como un elástómero o un plástico. Por desgracia, tales soportes son generalmente demasiado frágiles para que su fiabilidad sea satisfactoria en las condiciones de utilización.

10 Se han propuesto también soportes tubulares rígidos provistos de entalladuras destinadas a alargar el camino que debe seguir la energía acústica entre los transductores, de manera que las ondas que se propagan en las formaciones lleguen a los receptores antes que las que se propagan en los soportes. Se conocen también soportes tubulares rígidos formados por un tubo interior segmentado en secciones y un tubo exterior coaxial también segmentado en secciones; las secciones interiores están colocadas al tresbolillo con respecto a las secciones exteriores y la unión entre secciones exteriores e interiores se realiza por medio de secciones intermedias más cortas que reúnen cada una el extremo de una sección exterior con el extremo próximo de una sección interior. De este modo, la energía acústica que se propaga a lo largo de los soportes puede tener un recorrido suficientemente largo para no correr el riesgo de provocar una parada prematura de la escala de recuento.

15

20

25

27.5.72

403083



Estas dos últimas disposiciones presentan sin embargo el inconveniente de no tener sobre las ondas acústicas más que un efecto esencialmente retardador de tal modo que la protección contra los ruidos de desplazamiento, generados de forma aleatoria y eventualmente muy cerca de los receptores, está relativamente mal asegurada.

Otra técnica conocida para proteger los receptores contra las ondas transmitidas por sus soportes consiste en dar a éstos una estructura periódica de masas metálicas unidas unas a otras por tubos. Tal estructura constituye, en razón a la elasticidad de los tubos, un filtro mecánico que atenúa de modo importante las ondas más allá de una frecuencia de corte f_c y tiene también un efecto retardador sobre las ondas no atenuadas. Esta técnica presenta sin embargo un inconveniente mayor puesto que el retardo impuesto a las ondas de frecuencia inferior a f_c disminuye al mismo tiempo que su frecuencia. Por ello, las ondas de baja frecuencia no son retardadas prácticamente, de tal modo que, al encontrar un paso directo en los tubos, las mismas corren el riesgo, casi siempre, de alcanzar los receptores antes que las ondas que se han propagado en las formaciones. Es preciso señalar, por lo demás, que los tubos que unen las masas entre sí constituyen puntos débiles

403083



que disminuyen notablemente la rigidez de la sonda.

5 Para remediar los inconvenientes de las soluciones actuales, el presente invento propone una estructura de soporte de transductores que, a la vez que tiene una excelente rigidez, atenúa las ondas de frecuencia superior a una frecuencia de corte f_c y posee al mismo tiempo la capacidad de retardar suficientemente las ondas no atenuadas para que las mismas no tengan ningún efecto parásito sobre los receptores de la sonda.

10 De modo más preciso, el invento tiene por objeto una sonda de diagráfia que comprende transductores acústicos y medios de soporte de dichos transductores que presentan una estructura periódica de masas unidas elásticamente unas a otras con el objeto de constituir un filtro mecánico pasa-bajos, estando dicha sonda
15 principalmente caracterizada porque dicha estructura periódica está provista de un miembro rígido, de forma aproximadamente tubular, cuya pared posee interrupciones transversales dispuestas de tal modo que las ondas
20 no puedan propagarse por él más que según trayectos tortuosos, y porque las masas están repartidas a lo largo de la pared interna del citado miembro, siendo cada una de ellas mecánicamente solidaria de dos lados opuestos de la citada pared.

25 De este modo, las masas se encuentran uni

403083



inferior al de las ondas en el lodo y una relación señal/ruido particularmente elevada.

5 Según otra característica del invento, la sonda está provista de dos transductores de recepción montados uno encima de otro sobre un patín alargado provisto de un apoyo en cada extremo, estando previstos medios para separar radialmente el citado patín del cuerpo de sonda y para aplicar con una presión limitada los citados apoyos sobre la pared del pozo.

10 En este tipo de sonda, el cuerpo está provisto por el lado opuesto al patín, de uno o varios brazos de excentricidad separados del cuerpo por resortes. Al apoyarse los brazos de excentricidad contra un lado del pozo empujan el cuerpo y el patín de medida
15 contra la pared opuesta. El patín de medida puede por una parte separarse ligeramente del cuerpo si se encuentra frente a un "hueco" del pozo y, por otra parte, pivotar en un cierto ángulo alrededor de un eje medio perpendicular al eje longitudinal del cuerpo. De este modo,
20 el cuerpo alargado sigue aproximadamente el perfil medio del sondeo mientras que el patín, de dimensiones más reducidas, es aplicado independientemente contra la pared y puede seguir así más exactamente las irregularidades del sondeo. Un buen contacto del patín de medida
25 con la pared es en efecto primordial para obtener

403083



medidas precisas, ya que un ligero despegue produce errores de medida notables debido a la introducción de lodo de sondeo entre el patín y las formaciones. Para la bajada del aparato en el sondeo, los diferentes elementos móviles, brazos de excentricidad y patines, pueden ser plegados a lo largo del cuerpo por gatos hidráulicos accionados por un generador de presión hidráulica mandado desde la superficie.

En las sondas realizadas hasta el presente, el cuerpo del aparato, empujado por los brazos de excentricidad, viene a apoyarse directamente contra la pared del sondeo. Frente a huecos de longitud media, el cuerpo viene a apoyarse contra la pared a uno y otro lado del patín de medida, y este último, liberado del cuerpo, puede seguir el perfil del pozo. Por el contrario, en otros casos, uno de los puntos de apoyo del cuerpo contra la pared se puede situar al nivel del patín de medida. El patín queda entonces pegado a lo largo del cuerpo como si fuera solidario del cuerpo durante algunos instantes. Esta posición impide pivotar al patín que se mantiene paralelo al eje del cuerpo y no sigue ya el perfil del sondeo.

Otro objeto del invento se refiere a una sonda de diagráfia provista de un patín de medida y de medios de excentricidad, en la que el patín puede seguir

403083

8 JUN 1954



con una gran exactitud el perfil del sondeo.

Según el invento, una sonda de diagraffia de sondeos comprende un cuerpo alargado sobre el que está montado un patín adaptado para separarse del cuerpo en una dirección bajo la acción de un resorte y para pivotar alrededor de un eje perpendicular al eje longitudinal del cuerpo. Medios de excentricidad montados sobre el cuerpo en el lado opuesto al patín están adaptados para separarse del cuerpo bajo la acción de un resorte en una dirección opuesta a la citada dirección de modo que se apoyan sobre un lado de la pared del sondeo y empujan el cuerpo y el patín hacia el lado opuesto de la pared. Una sonda tal se caracteriza porque el cuerpo está provisto, a uno y otro lado del patín de medida, de apoyos adaptados para mantener el cuerpo a una distancia dada de la pared del sondeo de modo que se libere el patín de medida del cuerpo.

Según una segunda característica del invento, los apoyos están montados sobre palancas articuladas sobre el cuerpo, pudiendo las citadas palancas ser accionadas por gatos mandados desde la superficie, al objeto de ocultar los apoyos en el interior del gálibo del cuerpo. Preferentemente, los apoyos son rodillos montados giratorios en el extremo de las citadas palancas.

27.5.72

403083

8 JUN. 1972



Según otra característica del invento, las citadas palancas son separadas del cuerpo por resortes que ejercen una fuerza importante y en todo caso superior a la fuerza lateral ejercida por los medios de excentricidad. Por lo demás, el patín de medida es separado del cuerpo por un resorte que ejerce una fuerza lateral inferior a la ejercida por los medios de excentricidad. De esta manera, en curso de medida, los rodillos están constantemente en posición abierta máxima, los medios de excentricidad mantienen permanentemente los rodillos contra la pared opuesta del sondeo y el patín de medida puede seguir con exactitud las irregularidades, incluso pequeñas, de la pared.

El presente invento se refiere también a perfeccionamientos en las técnicas que permiten evaluar la porosidad de las formaciones geológicas atravesadas por un pozo de sondeo. Tiene más particularmente por objeto una sonda de diagraffa destinada a suministrar, a fin de calcular automáticamente la porosidad de las formaciones atravesadas por un pozo de sondeo, medidas de la velocidad del sonido en dichas formaciones medidas de su densidad y medidas de su contenido en hidrógeno que se refieren sensiblemente a las mismas muestras.

Es bien conocido, en la investigación de los hidrocarburos en estado líquido o gaseoso, que el

403083



simple sondeo de un pozo no da informaciones suficiente-
mente precisas sobre la existencia, la profundidad y la
cantidad de dichos productos. Para obtener tales infor-
maciones, se recurre a aparatos que exploran el pozo con
5 ayuda de una sonda que está suspendida de un cable. Por
razones evidentes de economía, dicha sonda está provista,
casi siempre, de varios dispositivos que recogen cada una
de las informaciones particulares sobre las característi-
cas de las formaciones exploradas. Dichas informaciones,
10 tomadas ya sea de manera continua, ya sea por intermiten-
cias, son transmitidas en forma eléctrica, por medio de
conductores incorporados al cable, a equipos de medida
situados en la superficie. Estos últimos elaboran dia-
grafías, es decir, registros de dichas informaciones en
15 función de la profundidad a la cual han sido recogidas
las mismas.

Es corriente, para interpretar las diagra-
fías realizadas en un mismo pozo, compararlas entre sí e
incluso combinarlas de maneras variadas. Tales operacio-
20 nes permiten no solamente aportar correcciones en ciertas
diagrafías, sino sobre todo recoger informaciones comple-
mentarias que no podrían ser obtenidas por una interpre-
tación separada de cada una de las diagrafías. Es así,
por ejemplo, que las mejores evaluaciones de la porosidad,
25 parámetro esencial del estudio de un sondeo, se obtienen

403083



gracias a la combinación de una diagrafia sónica, de una diagrafia de densidad de formación y de una diagrafia de neutrones. Estas tres diagrafias dan respectivamente la velocidad del sonido en la formación adyacente, la densidad de dicha formación y la cantidad de hidrógeno por unidad de volumen de formación, parámetros que dependen ciertamente de la porosidad, pero que están también más o menos influenciados por otros factores tales como la litología, la presencia de fluidos y su naturaleza, la presencia de arcilla... En estas condiciones, a menos de conocer perfectamente dichos diferentes factores, ninguna de las tres diagrafias citadas permite, por sí sola, una evaluación exacta de la porosidad y es solamente comparándolas y combinándolas como es posible obtener dicha información con una precisión satisfactoria. Diversos métodos de interpretación han sido desarrollados a este objeto.

Naturalmente, la interpretación de varias diagrafias realizadas en el mismo pozo necesita, para suministrar resultados válidos, que las medidas tratadas en cada instante correspondan sensiblemente a la misma muestra de formación. Dicho de otro modo, la calidad de los resultados de la interpretación está principalmente ligada a la precisión con la que se conoce la profundidad de recogida de cada muestra.

403083



El montaje sobre la misma sonda de varios dispositivos de diagrafía facilita considerablemente la puesta en correlación de profundidad de las medidas. Los diferentes dispositivos están montados a niveles diferentes de la sonda y las medidas suministradas por cada uno de ellos están referidas a un nivel de referencia imponiendo un retardo determinado a algunas de entre ellas antes de registrarlas. Casi siempre, el dispositivo que ocupa la posición inferior se elige como referencia y las medidas que provienen de los otros son retardadas en una duración correspondiente al tiempo empleado teóricamente por la sonda para recorrer una distancia igual a la que separa respectivamente el dispositivo de referencia de los otros dispositivos. Naturalmente, esta técnica no es aplicable más que en el caso en que las medidas se hacen durante la subida de la sonda.

Sin embargo, en las sondas actuales, las medidas no se recogen todas sobre la misma pared del pozo. Ahora bien, no es raro, para una profundidad dada, sobre todo en el caso de un buzamiento importante, que las características de la formación no sean rigurosamente constantes a lo largo de la periferia del pozo. Aparece por lo tanto que la sola puesta en correlación de profundidad de las medidas no es generalmente suficiente para garantizar que éstas se refieren a la misma muestra de formación. Hay

403083



que realizar por lo tanto, además, una puesta en corre-
lación de posición.

5 Actualmente, la puesta en correlación de
posición se efectúa de manera empírica en el momento de
la interpretación desplazando ciertas medidas que, aun
cuando recogidas a una misma profundidad, parecen no re-
ferirse a la misma muestra de formación. Esta técnica
presenta numerosos inconvenientes, los principales de
los cuales se enumeran a continuación:

10 1) necesita la intervención de un espe-
cialista de la interpretación para descubrir las anoma-
lias y efectuar los desplazamientos que se imponen;

15 2) es aplicable solamente cuando las dia-
grafías presentan relativamente pocos puntos notables;
en el caso de diagraffias que tienen muchos puntos nota-
bles, hay que fiarse por lo tanto únicamente de la indi-
cación de profundidad;

3) impide la interpretación inmediata de
las medidas por calculador;

20 4) su carácter empírico y subjetivo no
garantiza una excelente precisión de los resultados de
la interpretación;

5) representa una pérdida de tiempo no
despreciable.

25 El presente invento tiene por objeto su-

403083



5 perar estos inconvenientes. Para garantizar en todos los casos la precisión de los resultados sin necesitar la intervención de un especialista, para autorizar la interpretación inmediata por calculador y aumentar su precisión, la técnica propuesta permite obtener medidas cuya puesta en correlación de posición está perfectamente asegurada y precisa solamente una puesta en correlación de profundidad para garantizar que todas las medidas registradas en un instante determinado se refieren a la misma muestra de formación.

10

De modo más preciso, el invento tiene por objeto una sonda de diagrafía de los pozos que permite suministrar, a fin de calcular automáticamente la porosidad de las formaciones geológicas atravesadas por dicho pozo, medidas de la velocidad del sonido, medidas de densidad y medidas de contenido en hidrógeno que se refieren sensiblemente a las mismas muestras de formación, siendo estas tres medidas hechas sobre sectores de formación relativamente estrechos en todo instante, sensiblemente alineados según una misma generatriz del pozo. Una sonda tal está provista sobre un cuerpo alargado aproximadamente cilíndrico de:

15

20

- un dispositivo de diagrafía sónica que comprende por lo menos una fuente sonora y dos detectores sónicos,

25

27.5.72

403083



- un dispositivo de diagrafía de densidad que comprende una fuente de rayos gamma y dos detectores de dichos rayos, y

5 - un dispositivo de diagrafía de neutrones que comprende una fuente de neutrones y dos detectores de neutrones o de rayos gamma, caracterizada porque:

10 - estos tres dispositivos de diagrafía son directivos, es decir, que las medidas efectuadas por cada uno de ellos alcanzan a sectores de formación relativamente estrechos,

15 - las citadas fuentes y los citados detectores están situados en un mismo plano radial de la sonda, llamado plano de alineación, y orientados según una dirección común,

20 - y además está provista de medios de empuje que tienen por misión, al apoyarse sobre la pared del pozo, excentrar el citado cuerpo en el pozo según esta misma dirección y guiarlo en sus desplazamientos para minimizar las rotaciones del mismo, de tal modo que las citadas fuentes y los citados detectores se encuentren sensiblemente frente a una misma generatriz de la citada pared.

25 Por lo tanto, en todo instante, los tres dispositivos de diagrafía montados sobre la sonda explo-

403083



ran estratos de formación según una misma generatriz del pozo; la puesta en correlación de posición de las medidas recogidas por cada uno de ellos se realiza, debido a ello, perfectamente. Habida cuenta, por lo demás, de la acción de guiado ejercida por los medios de empuje que reducen considerablemente las rotaciones de la sonda en el pozo, se asegura por lo tanto prácticamente que las medidas registradas en la superficie, referidas a un mismo nivel para tener en cuenta el espaciamiento longitudinal de los tres dispositivos y eventualmente tirones de la sonda, corresponden en todo momento a una misma muestra de la formación explorada. Es posible entonces tratar inmediatamente estas medidas por calculador.

Las características y ventajas del invento se deducirán de una manera más precisa de la descripción que va a seguir, dada únicamente a título de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos anejos en los que:

- la figura 1 es una representación esquemática de una sonda de diagrafía acústica de tipo conocido,

- la figura 2 es una representación esquemática de una sonda de diagrafía acústica según el invento,

403083



- la figura 3 representa los caminos recorridos por las ondas acústicas emitidas en el caso de una sonda según el invento,

5 - la figura 4 representa de manera esquemática una sonda de diagrafía acústica provista de una estructura según el invento,

- la figura 5 es una representación simbólica de un filtro mecánico,

10 - las figuras 6, 7 y 8 representan diferentes formas de realización de una estructura de sonda acústica conforme al invento,

- la figura 9 es una representación esquemática de una sonda acústica equipada con un patín de medida y perfeccionada según el invento,

15 - la figura 10 es una representación esquemática de una sonda de medida de porosidad según el invento.

20 Según la figura 2, una sonda 30 es bajada por un cable 32 en un pozo 34 lleno de lodo. En la superficie están colocados medios convencionales no representados (cabrestante, circuitos de tratamiento, registradores). La sonda 30 está provista de dos emisores acústicos 36 y 37 constituidos por tubos cilíndricos de tipo piezoeléctrico por ejemplo, respectivamente
25 dispuestos en alojamientos 38 y 39 abiertos por el ex-

403083



5 terior, practicados en una parte 40 del cuerpo de la sonda 30 constituida por una estructura periódica de masas y de uniones elásticas, tal como se ha descrito haciendo referencia a las figuras 4 a 8. Una estructura tal constituye un filtro mecánico pasa-bajos cuya frecuencia de corte es aproximadamente tres a cuatro veces inferior a la frecuencia de resonancia de los transductores de emisión 36 ó 37.

10 Entre los dos transductores de emisión 36 y 37 y en la alineación de los alojamientos 38-39 de dichos transductores está tallado en el cuerpo de sonda 40 otro alojamiento 41 acupado por un patín 42 adaptado para separarse radialmente del cuerpo de la sonda 30 y para aplicarse sobre la pared del pozo 34.

15 A este efecto, los medios de fijación del patín 42 comprenden, por una parte, un brazo 44 articulado en 46 sobre el patín y en 48 sobre el cuerpo de sonda y, por otra parte, un brazo 50 articulado en 52 sobre el patín y sobre una espiga 54 adaptada para desplazarse en una

20 deslizadera 56 practicada en el cuerpo de sonda, asegurando un resorte de láminas 58 la aplicación de la cara del patín sobre la pared de un hueco 60 del pozo 34. Por lo demás, en los extremos del patín 42 están montados giratorios dos rodillos 62 y 64 provistos de

25 una banda amortiguadora, de caucho por ejemplo, sobre-

403083



saliendo los citados rodillos un pozo (2 cm por ejemplo) de la cara delantera del patín 42.

El patín 42 está provisto de dos transductores de recepción 66 y 68. Dichos transductores, de tipo piezoeléctrico por ejemplo, son tubos cilíndricos de revolución, de diámetro pequeño frente a la longitud de onda de las ondas a recibir. Están dispuestos respectivamente en dos alojamientos 70 y 72 practicados uno por encima de otro en el citado patín. La distancia entre cada receptor 66 ó 68 y las paredes de los alojamientos 70 ó 72 es superior a una semi-longitud de onda en el lodo de las ondas a recibir. El patín 42 está constituido por una estructura periódica de masas y de uniones elásticas que constituyen un medio absorbente para las ondas acústicas distintas de las que se propagan en la formación. Los ejes de los transductores de recepción 66 y 68 son paralelos a los ejes de los transductores de emisión 36 y 37. A la salida de los transductores de recepción 66 y 68 están respectivamente conectados dos filtros pasa-altos cuya frecuencia de corte es aproximadamente tres veces inferior a la frecuencia media de las ondas a recibir. Dichos filtros están colocados en un cartucho 76 que contiene además el conjunto de los circuitos electrónicos de fondo necesarios para el funcionamiento de la sonda.

403083



5 Por encima y por debajo del grupo de los transductores están montados medios de excentricidad provistos, por una parte, de dos brazos de excentricidad 78 y 80 equipados con resortes de láminas 82 y 84, notablemente más rígidos que el resorte 58 de extensión del patín, y, por otra parte, de dos soportes de apoyo 86 y 88 equipados con resortes 90 y 92 más rígidos que los resortes 82-84 y de rodillos giratorios 94 y 96 con banda amortiguadora. El brazo 44 que soporta el patín 10 42 está provisto de una cabeza de palanca 45 adaptada para ser desplazada bajo la acción de un gato hidráulico 43. El brazo de excentricidad 78 y el soporte de apoyo 86 están provistos respectivamente de cabezas de palanca 79 y 87 adaptadas para ser maniobradas por un 15 mismo gato 77. Los brazos de excentricidad 80 y el soporte de apoyo 88 están provistos del mismo modo de cabezas de palanca 81 y 89 asociadas a un gato de maniobra 83. Los gatos 43, 77 y 83 son mandados a partir de un mismo generador hidráulico 98, el cual tiene por objeto, 20 cuando funciona, por ejemplo durante la bajada de la sonda, provocar el cierre de los brazos de excentricidad 78 y 80, de los soportes 86 y 88 y del brazo de patín 44.

25 La figura 3 representa esquemáticamente el transductor de emisión 36, el transductor de recep-

403083



5 ción 66 y su blindaje 42a (parte del patín 42 en la que
está tallado el alojamiento 70) colocados en el lodo,
enfrente de una formación a estudiar. Las velocidades
de propagación acústica en el lodo, en la formación, son
respectivamente V_1 y V_2 . En la figura se han represen-
tado tres rayos acústicos R_1 , R_2 y R_3 . Dichos rayos que
10 tienen la misma energía son virtualmente emitidos por
el punto O situado sobre el eje del cilindro 36. El rayo
 R_2 emitido con una incidencia α tal que $\text{sen}\alpha = V_1/V_2$
es refractado en la formación según una generatriz del
sondeo. El rayo R_1 emitido con una incidencia inferior
a α es refractado en la formación según un ángulo infe-
rior a 90° y se pierde en la formación sin poder influen-
ciar el receptor 78. El rayo R_3 emitido con una inciden-
15 cia superior a α es reflejado sobre la pared del sondeo
y habida cuenta del blindaje 42a no puede tampoco influen-
ciar el receptor 66. Debido a que todos los rayos ele-
mentales emitidos por la generatriz del emisor cilíndri-
co 36 definidos por el ángulo α están en fase y además
20 tienen la misma intensidad, determinada por la energía
acústica emitida por el emisor 36, se ve que la onda acús-
tica que sufre la refracción límite está constituida por
ondas elementales en fase que tienen todas una misma am-
plitud máxima. Dicha amplitud es tanto más grande y tan-
25 to más estable cuando el transductor de emisión es mante

403083



nido a una distancia constante pequeña de la pared del pozo, lo que es asegurado por los brazos de excentricidad 78-80 y sus resortes 84-86, por una parte, y por los rodillos de apoyo 94-96 asociados a sus resortes 90-92 por otra parte. Debido a las rigideces relativas de los resortes 78-80, 90-92 y 58, la posición de los emisores 36-37 con respecto a la pared del pozo permanece independiente del diámetro local del pozo y de la separación del patín 42 con respecto al cuerpo de la sonda.

Si la duración del impulso acústico emitido por los emisores 36 ó 37 comprende varias alternancias como es generalmente el caso, un estrato de formación relativamente ancho está en un momento dado sujeto a la vibración consecutiva al citado impulso. En este instante, la energía acústica que proviene de todos los puntos de la pared comprendidos en un tal estrato emerge bajo el ángulo α . En estas condiciones, las ondas acústicas que interesan al transductor de recepción 66 presentan, en la proximidad de éste, características un poco comparables a las de una onda plana. Debido a la forma cilíndrica de dicho transductor, a su diámetro pequeño frente a la longitud de onda media de las ondas a recibir y a su disposición perpendicular al eje de la sonda, los rayos acústicos en fase que atacan la pared del mismo según ángulos próximos a la normal son prác-

27.5.72

403083



5 ticamente detectados en fase y por lo tanto, generan una señal eléctrica que presenta un máximo de amplitud y una forma óptima. Por lo demás, debido a que la pared del alojamiento de los transductores de recepción está alejada de dichos transductores en al menos una semi-longitud de onda en el lodo de las ondas a recibir por lo menos las dos primeras alternancias de la se-
10 ñal eléctrica generada -que son generalmente las únicas utilizadas a continuación- no son influenciadas por las reflexiones de las ondas sobre las paredes de dichos alojamientos de modo que las ondas acústicas útiles son detectadas en fase por los receptores 66 y 68.

15 Por lo demás, gracias a los rodillos de apoyo 94 y 96, se genera un mínimo de ruidos de frotamiento. Gracias a la posición relativamente alejada de dichos rodillos con respecto a los transductores de recepción 66 y 68 por una parte y a la estructura periódica masas-uniones elásticas del cuerpo de sonda 40 por otra parte, la parte de alta frecuencia de dichos ruidos
20 de frotamiento es atenuada antes de alcanzar dichos transductores de recepción. Gracias a la presión de apoyo relativamente pequeña del patín 42 sobre la pared del pozo, generada por el resorte de pequeña rigidez 58 y gracias a los rodillos 62 y 64 de apoyo del patín 42,
25 se crea un mínimo de ruidos de frotamiento al nivel de

403083



los receptores. Se observará que este mínimo de ruidos transmitidos al patín 42 puede aún ser disminuído montando el eje de los rodillos 62 y 64 sobre soportes amortiguadores de vibraciones (no representados para no recargar el dibujo) realizados de hilos metálicos trenzados o tejidos por ejemplo. Por lo demás, debido a los filtros pasa-altos utilizados, la parte de baja frecuencia de las señales de ruidos superpuestas a las señales útiles es prácticamente eliminada. Gracias al filtro pasa-bajos constituído por la estructura periódica del cuerpo de sonda 40, las ondas acústicas emitidas por los transductores de emisión 36 y 37 que transitan en el cuerpo de sonda, son fuertemente atenuadas y retardadas. Si los brazos que soportan el patín 42 poseen a su vez una estructura periódica de masas y de uniones elásticas, la amplitud de las vibraciones parásitas en el pseudo-período de emisión en que son transmitidas al patín 42 por el cuerpo de sonda, es aún notablemente disminuida. Como por lo demás la constitución del patín 42 realiza un blindaje de los receptores 66 y 68 para las ondas acústicas distintas de las que provienen del estrato de formación situado enfrente de los mismos, aparece que las señales de salida de los filtros pasa-altos asociados a cada uno de estos receptores, son representativas de las únicas ondas acústicas que han transitado en la formación, a lo

27.5.72

- 35 -

403083



largo de la pared del pozo.

5 Se observará que el funcionamiento que se acaba de describir no hace intervenir la movilidad del patín 42 sobre el que están montados los transduc-
tores de recepción 66-68. Tal funcionamiento se apli-
ca en efecto sin cambio determinante al caso en que tal
10 patín sería suprimido, estando los transductores de re-
cepción situados en alojamientos individuales practica-
dos en el cuerpo de sonda en el emplazamiento del alo-
jamiento 41 previsto para el patín 42. En estas condi-
ciones con o sin patín-soporte para los receptores,
es fácil, utilizando alternativamente los dos transduc-
tores de emisión, generar dos pares de señales de recep-
ción a partir de los cuales se puede, como es conocido,
15 realizar una compensación diferencial de las variacio-
nes locales del diámetro del agujero de sondeo, es de-
cir, de las variaciones que pueden afectar de modo di-
ferente a las longitudes de caminos acústicos seguidos
respectivamente por las ondas emitidas por los trans-
ductores 36 y 37.

20 Se precisará ahora la ventaja suplemen-
taria aportada por el patín-soporte de los receptores
66-68.

25 Según la figura 2, el cuerpo de sonda 30
es mantenido en posición a una profundidad dada del pozo

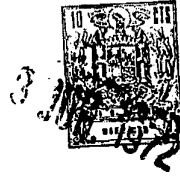
403083



5 por la acción conjugada del cable 32, de los brazos de
excentricidad 78 y 80 y de los rodillos de apoyo 94 y
96. En estas condiciones, el patín 42 no participa de
ninguna forma en la puesta en posición del cuerpo de
sonda en el agujero de sondeo, de modo que, gracias a
10 los brazos 44-50, al resorte 58 y al pivote 54 móvil en
la deslizadera 56, el patín 42 es libre en sus movimien
tos con respecto al cuerpo de sonda y puede por lo tan
to ser aplicado al fondo de un hueco tal como 60. Gra
cias a esta disposición, el desplazamiento, las amplitu
des y las fases relativas de las señales eléctricas su
ministradas por los receptores 66 y 68 son únicamente
representativas del estrato de formación efectivamente
comprendido entre ellos. Ello hubiera sido diferente
15 si los citados receptores hubieran estado montados, co
mo los emisores 36-37, sobre el cuerpo mismo de la son
da. En este caso, la zona de formación que interesa los
receptores hubiera podido en el caso de huecos o de frag
turas, estar parcialmente indeterminada y la calidad de
20 la señal resultante ser relativamente alterada. En efec
to, ondas elementales desfasadas unas con respecto a
otras podrían en este caso ser recibidas procedentes de
todas las partes de la pared del hueco 60, que, según
su orientación, irradian energía en la dirección de los
25 receptores 66-68. Se ve por lo tanto que la ventaja de

27.5.72

403083



las ondas elementales en fase creadas en las formacio-
nes por emisores de superficie de revolución dispuestos
en la sonda según el invento no puede estar completamen
te salvaguardada más que si los receptores asociados es-
tán en primer lugar realizados y orientados según el in-
vento, y además están siempre dispuestos en la proximi-
dad de la pared del pozo, es decir, están montados sobre
patín. En este caso, una medida diferencial de los tiem
pos de tránsito entre el emisor y los dos receptores pre
vistos debe ser efectuada, puesto que la distancia en-
tre un emisor y un receptor puede variar en función de
la posición del patín, la cual está determinada por la
forma local del agujero de sondeo.

Utilizando uno solo de los emisores 36 ó
37 montados sobre el cuerpo de la sonda y los dos recep
tores 66 y 68 montados sobre el patín 42, se puede, ejecu
tuando una medida diferencial de los tiempos de tránsito
entre dicho emisor y dichos dos receptores obtener
una buena independencia de la medida con respecto a las
variaciones del diámetro del agujero (huecos) y de la
inclinación de la sonda en el pozo. En efecto, gracias
a la pequeña longitud de patín necesitada por los dos
receptores, estos mismos receptores son continuamente
mantenidos en la inmediata proximidad de la pared del
pozo cualesquiera que sean el alejamiento y la inclina-

403083



5 ción local de la misma bajo la acción de los brazos 44
y 50 asociados al resorte 58 y a la articulación desli-
zante 54-56. Por lo demás, utilizando alternativamente
los dos emisores montados sobre el cuerpo de la sonda
a uno y otro lado del patín que lleva los receptores,
es posible -como ya es en sí conocido- realizar una com
pensación diferencial de los errores de segundo orden
provocados por las irregularidades de la pared situadas
entre los dos receptores, y mejorar así aún la calidad
10 de las medidas realizadas.

Por lo demás, a título de variante, los
emisores y los receptores podrían estar montados todos
sobre un mismo patín, aun cuando en este caso, el impor-
tante aumento de la longitud del patín que resultaría
de ello sería un inconveniente puesto que entonces nu-
15 merosos huecos podrían no ser explorados.

En las figuras 2 y 3, el diámetro de los
transductores de emisión -que determina el espectro de
frecuencias emitido- es notablemente superior al del
20 transductor de recepción el cual, como se ha visto, de-
be ser pequeño frente a las longitudes de ondas medias
a recibir. En cuanto a las longitudes de los transduc-
tores, la del emisor que es un factor que determina la
potencia emitida y la del receptor que es un factor que
25 determina la relación de conversión energía eléctrica/

403083



energía acústica, están únicamente limitadas por el espacio disponible en la sonda o en el patín.

5 Los receptores 66 y 68 descritos más arriba son tubos cilíndricos de tipo piezoeléctrico. A título de variante, se podría utilizar, ya sea un montaje de dos o tres anillos montados sobre un soporte, ya sea un apilamiento de varios discos. En este último caso, las caras extremas de los discos de extremo deberán estar provistas de un blindaje particularmente eficaz. En 10 el caso en que el receptor esté provisto de varios elementos, estos últimos estarán preferentemente montados en serie de manera que se aumente la sensibilidad del receptor (pero la relación señal/ruido del receptor no será mejorada por ello).

15 El estudio del funcionamiento de los transductores cilíndricos de emisión y de recepción citados ha conducido a poner en evidencia el hecho de que tan sólo una parte relativamente limitada de la superficie de dichos transductores participa activamente en la creación o en la detección de las ondas acústicas útiles. 20 Se ve por lo tanto que es en principio posible reemplazar los transductores cilíndricos de emisión 36-37 por cualquier emisor que emite con la misma fase y la misma amplitud el conjunto de los rayos acústicos susceptibles 25 de sufrir la refracción límite en las formaciones. Un

403083



emisor tal puede por ejemplo estar constituido por un apilamiento de plaquitas piezoeléctricas de forma tal que el conjunto constituya un cilindro de revolución que presente una cara en la dirección opuesta a las

5 formaciones, estando la anchura máxima de dicha cara determinada de manera que la fase y la amplitud relativas de las ondas elementales útiles emitidas en la dirección de las formaciones no sean modificadas en absoluto por su presencia.

10 Con un transductor de emisión en forma de tubo rectilíneo, que está frente a la concavidad de la pared del sondeo, las ondas elementales en fase emitidas por los diferentes puntos de la generatriz de un transductor tal no están ya exactamente en fase cuando

15 son refractadas según el ángulo límite en la formación. Experimentos en laboratorio han mostrado sin embargo que los efectos de tal desfase son bastante poco importantes. Sin embargo, si en lugar de un emisor en forma de tubo cilíndrico se utilizara un emisor en forma de

20 sector tórico hueco, las ondas elementales generadas por un emisor tal presentarían, en el instante en que las mismas penetran en las formaciones, desfases notablemente inferiores a los que se obtienen con un tubo cilíndrico. Teniendo un receptor del mismo tipo, las

25 ondas elementales detectadas presentan una dispersión

403083



1972

de fase aún menor, de modo que la señal resultante es aún mejorada con respecto al caso de los receptores cilíndricos. Se observará que es posible con varios pequeños cilindros (o anillos) dispuestos sobre un sopor
5 te apropiado, reconstituir aproximadamente el perfil de un sector tórico y mejorar así aún la calidad de las ondas refractadas en la formación y la de las señales suministradas.

Se observará por lo demás que transduc-
10 tores esféricos podrían convenir también, tanto para la emisión como para la recepción. Del mismo modo, se podría utilizar en lugar de receptores que tienen una forma de revolución, transductores piezoeléctricos cong
tituidos por plaquitas rectangulares planas alargadas,
15 dispuestas de tal modo que tan sólo la cara delantera de dichos receptores esté sujeta a la acción de las on
das acústicas que emergen de las formaciones. Con tales receptores, la señal eléctrica suministrada es re-
presentativa de las ondas acústicas con pequeña disper
20 sión de fase que emergen de un estrato de formación que tiene la anchura de dicho receptor. Con tales recep-
tores, sin embargo, las ondas acústicas recibidas gene-
ran una señal eléctrica cuya amplitud depende del cose-
no del ángulo de incidencia el cual, como ya se ha vis-
25 to más arriba, varía con la velocidad de tránsito de las

403083



formaciones examinadas. En estas condiciones la superioridad de los receptores de superficie de revolución sobre los receptores rectangulares de caras planas aparece netamente, aun cuando estos últimos puedan sin em
5 bargo convenir en la práctica, puesto que a partir de una onda acústica dada suministran señales eléctricas de calidad por lo menos igual a la de las señales obtenidas hasta el presente con las técnicas conocidas.

Se observará aún que la combinación de
10 primeros medios según el invento que mejoran las condiciones en las cuales las ondas acústicas útiles son emitidas y recibidas y de segundos medios también según el invento, que impiden en tanto que es posible la creación, la propagación y/o la detección de los ruidos de
15 frotamiento, permite la realización de una sonda de diagrafía acústica particularmente eficaz, pero que la utilización independiente de los citados primeros y segundos medios puede, en cierto número de casos, ser prevista ventajosamente.

20 En la figura 4, se ha representado en 110, de modo muy esquemático, una sonda de diagrafía acústica suspendida, en el interior de un pozo de sondeo 111, del extremo de un cable 112 que pasa sobre una polea 113 antes de terminar en un equipo de superficie 114. La son
25 da 110 está provista de un cuerpo 115 y de un patín 116

403083



5 unido al cuerpo por dos brazos articulados 117 que se separan de este último bajo la acción de un resorte 118. Un transductor de emisión 119 está montado sobre el cuerpo 115 y dos transductores de recepción 120 y 121 están montados sobre el patín 116. El cuerpo 115 está excéntrico en el pozo 111 por dos brazos articulados 122 cuya separación está asegurada por resortes 123.

10 Conforme a un primer modo de puesta en práctica del invento, el cuerpo 115 está formado, por lo menos en su parte central 124 adyacente al patín 116, por un tubo cuya pared está perforada por ventanas transversales 125 desplazadas unas con respecto a otras de manera que no permite la transmisión de las ondas más que siguiendo trayectos tortuosos. Naturalmente, hay que limitar convenientemente el número y la extensión de dichas ventanas a fin de no disminuir la rigidez del cuerpo 115. Además, en el interior del tubo, se disponen una serie de masas 126 que son mecánicamente solidarias de dos lados opuestos de su pared.

20 Las masas 126 y la parte 124 del cuerpo 115 cuya elasticidad está mejorada por las ventanas 125, constituyen así una estructura de filtro mecánico pasabajos de la que la figura 5 da una representación simbólica. Las masas 126 están representadas por los elementos M y las porciones del cuerpo situadas entre las

25

403083



masas por los resortes K. Tal filtro está caracterizado por una frecuencia de corte f_c tal que:

5

$$f_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{k}{m}}$$

representando k y m respectivamente la constante de recuperación de los resortes K y el valor de las masas M.

10 El comportamiento de dicha estructura se puede resumir de la manera siguiente:

1. Permite la propagación de las ondas acústicas que tienen una frecuencia inferior a la frecuencia de corte f_c y tiene sobre estas últimas un efecto retardador tanto más importante cuanto más se aproxima su frecuencia a f_c .

15

2. Impide totalmente la propagación de las ondas que tienen la frecuencia f_c .

3. Deja pasar las ondas que tienen una frecuencia superior a la frecuencia de conte f_c , pero hace sufrir a las mismas una atenuación que entre dos masas próximas, es por ejemplo de 17 dB para una frecuencia f_1 tal que $f_1/f_c = 1,5$ y de 23 dB para una frecuencia f_2 tal que $f_2/f_c = 2$. En estas condiciones, será suficiente con 3 masas para atenuar en 50 dB aproximadamente una onda de frecuencia f_1 y con 2 masas para ob

20

25

403083



tener aproximadamente el mismo efecto sobre una onda de frecuencia f_2 . Pudiendo el número de masas entre los transductores de una sonda ser notablemente más elevado, se puede considerar que las ondas de frecuencia superior a la frecuencia de corte f_c se encuentran prácticamente eliminadas, o en todo caso por lo menos, alcanzan los receptores con una energía despreciable.

En cuanto a las ondas de frecuencia inferior a f_c , se propagan siguiendo el camino tortuoso impuesto por las ventanas l26 y este alargamiento de su trayecto, unido al efecto retardador del filtro, tiene como efecto retardarlas suficientemente con respecto a las ondas emitidas por el transductor l19 y que se propagan en las formaciones adyacentes para que, casi siempre, no alcancen los transductores de recepción l20 y l21 más que después de la llegada de las ondas útiles.

Como es lógico, para mejorar la protección de los receptores, es ventajoso adoptar la misma estructura para el patín que lleva los transductores de recepción así como para sus brazos de unión con el cuerpo de la sonda.

Se tiene interés, naturalmente, en elegir una frecuencia de corte tan pequeña como sea posible y, en todos los casos, inferior a la frecuencia de

403083



trabajo de la sonda porque es, sin lugar a dudas, preferible que la protección de los receptores esté asegurada:

- por atenuación de las ondas del emisor,
- y por atenuación de las ondas de ruido de desplazamiento sobre un margen tan amplio como sea posible.

Las ondas de frecuencia superior a la frecuencia de corte son en efecto prácticamente eliminadas, mientras que las ondas de frecuencia inferior a la frecuencia de corte son simplemente retardadas.

La expresión

$$f_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{k/m}$$

hace aparecer que se obtiene una frecuencia de corte pequeña utilizando masas pesadas y resortes de unión con constante de recuperación k pequeña. Habida cuenta del interés de tener un número de masas elevado, es ventajoso utilizar para estas últimas materiales de alta densidad, tales como el acero, el tungsteno o el uranio. Por lo que se refiere a los materiales a utilizar para los resortes de unión, es decir, para el miembro tubular perforado por ranuras, se elegirá preferentemente el acero o el titanio.

403083



En la figura 6 se ha representado, de ma-
nera más detallada que en la figura 4, la estructura
de la sonda en su porción 124. El cuerpo 115 está for-
mado por un tubo cilíndrico provisto de cuatro series
de ventanas transversales 125a, 125b, 125c, 125d que
están alineadas regularmente según cuatro generatrices
del cilindro A, B, C y D respectivamente, contenidas
en dos planos diametrales perpendiculares. Las venta-
nas situadas sobre dos generatrices diametralmente opues-
tas están en un mismo plano y alternan con las venta-
nas situadas sobre las otras dos generatrices. Es así
como cada ventana 125a está enfrente de una ventana
125b y que cada ventana 125c está enfrente de una ven-
tana 125d. Las masas 126 están fijadas a la pared in-
terior del tubo, ya sea por soldadura, ya sea por vás-
tagos fileteados y tuercas, en las intersecciones en-
tre los planos que contienen las ventanas situadas so-
bre dos generatrices diametralmente opuestas y las otras
dos generatrices. Haciendo referencia al ejemplo de la
figura 6, se ve que la fijación de las masas se hace en
las intersecciones de las generatrices A y B con el pla-
no de las ventanas 125c y 125d.

La figura 7 representa otra forma de rea-
lización de una estructura conforme al invento, que se
distingue de la representada en la figura 6 por el sim-

403083



ple hecho de que el tubo que constituye el cuerpo de sonda está reemplazado por dos cunas metálicas 141. Las masas 142 están dispuestas entre dichas cunas y estas están provistas cada una de una serie de ventanas transversales 143 situadas entre las masas y de una do
5 ble serie de ventanas 144 situadas cada una por encima y por debajo de cada masa.

La estructura representada en la figura 7 puede ser realizada, como lo muestra la figura 8, a partir de un bloque metálico cilíndrico 150 que está
10 provisto de:

a) cuatro ranuras longitudinales 151 dis-
puestas en dos planos simétricos con respecto a un diá-
metro yy' ;

15 b) una primera serie de ventanas trans-
versales 152 abiertas según el diámetro xx' perpendicu-
lar al diámetro yy' en planos de sección recta del ci-
lindro, regularmente espaciados;

c) una segunda serie de ventanas trans-
20 versales 153 abiertas según el diámetro yy' en los mis-
mos planos de sección recta que las ventanas 152 y que
se extienden a lo largo de toda la distancia entre los
dos planos que contienen las ranuras longitudinales 151;

d) finalmente, una doble serie de enta-
25 lladuras transversales 154 situadas en el exterior de

403083



los dos planos citados y que desembocan en las ranuras 151 según planos de sección recta regularmente espaciados que alternan con los planos que contienen las ventanas transversales 152 y 153.

5 De este modo, las ranuras longitudinales 151 delimitan con las ventanas transversales 152 y 153 una serie de masas 155 dispuestas entre dos cunas 156 a las cuales las ventanas 152 y las entalladuras 154 confieren una mejor elasticidad al mismo tiempo que el poder de retardar las ondas que se propagan en las mismas,
10 gracias a un alargamiento de su camino.

Se demuestra que las estructuras representadas en las figuras 3, 4 y 5 tienen una frecuencia de corte f_c que se expresa por la relación:

15

$$f_c = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{ES}{ma}}$$

20

siendo E el módulo de Young del metal que asegura las uniones de las masas entre sí, S la sección de la unión entre dos masas, m el peso de cada masa, M y \underline{a} la distancia entre los centros de dos masas próximas. Con el acero, cuyo coeficiente E es igual a $2 \cdot 10^{11}$ N/m² y eligiendo $S = 5$ cm², $\underline{m} = 400$ gr, $\underline{a} = 5$ cm, se obtiene una
25 frecuencia de corte f_c de aproximadamente 20 kHz, valor

'403083



satisfactorio para las utilizaciones clásicas en las que las ondas de trabajo de energía máxima tienen una frecuencia del orden de 30 kHz.

Dicha frecuencia de corte puede naturalmente ser aún disminuída, por una parte, aumentando los valores de \underline{m} y de \underline{a} y, por otra parte, disminuyendo los de E y de S . Sin embargo, hay que señalar que la sección S no debe ser disminuída a expensas de la rigidez de la estructura y también que un aumento del intervalo \underline{a} provoca una disminución del número de masas utilizables, y por lo tanto de la eficacia de la atenuación de las ondas más allá de f_c . Las estructuras de las figuras 6 y 7 permiten la utilización de materiales diferentes para constituir las masas y sus uniones elásticas, lo que permite elegir, para las primeras, un material de alta densidad, tal como el acero, el tungsteno o el uranio, sin preocuparse de su módulo de Young Y , para las segundas, un material de módulo de Young tan pequeño como sea posible, tal como el titanio sin preocuparse de su densidad. Con uniones de titanio, cuyo módulo de Young E es de 10^{11} N/m^2 , y conservando $S = 5 \text{ cm}^2$, $\underline{a} = 5 \text{ cm}$ y $\underline{m} = 400 \text{ gr}$ se obtiene una frecuencia de corte del orden de 15 kHz. En el caso de una estructura monobloque, tal como la representada en la figura 8, en la que no es posible utilizar dos materiales diferen-

403083



tes, es decir, para las masas, un material de alta densidad y para las uniones, un material de pequeño coeficiente de Young, es importante elegir un material que presente la mejor relación entre estas dos magnitudes.

5 Es el acero el que se utiliza en tal caso con preferencia.

Haciendo referencia ahora a la figura 9, una sonda 210 está suspendida en un pozo 211 en el extremo de un cable 212 que pasa sobre una polea 213 y
10 viene a arrollarse sobre un cabrestante (no representado) que forma parte de un equipo de superficie 214 que tiene también como función la de tratar y registrar las informaciones de diagrafía que provienen de la sonda 210. Dicha sonda 210 comprende una envolvente superior estanca
15 ca. 215 en la que están colocados circuitos eléctricos para elaborar, tratar y transmitir las diferentes señales. Inmediatamente por debajo de la envolvente 215 está situada una sección hidráulica 216 que será descrita más en detalle a continuación y que tiene como función
20 la de mandar la apertura o el cierre de los elementos móviles de la sonda.

Dichos elementos móviles están dispuestos sobre un cuerpo 217 constituido por dos largueros paralelos fijados a la parte inferior de la sección hidráulica 216 y unidos uno a por en su extremo inferior por
25

403083



una pieza de extremo 220. Un primer brazo de excentricidad 221 está articulado sobre un pivote 222 fijado a la parte superior de los largueros 217. Dicho brazo 221 es empujado hacia el exterior del cuerpo por un resorte de láminas 223 cuya base está fijada a los largueros.

5 El brazo de excentricidad 221 está provisto hacia el interior del cuerpo de una prolongación 224 en el extremo de la cual puede venir a apoyarse un pistón 225 deslizante en un cilindro 226 fijado a los largueros. El cilindro 226 contiene un segundo pistón 227 susceptible de ser desplazado hacia abajo bajo la acción de una presión hidráulica aplicada en el interior del cilindro 226.

10 Un primer rodillo de apoyo 230 está montado giratorio en el extremo de una palanca acodada 231 susceptible de pivotar alrededor de un eje 232 fijado a los largueros 217. La palanca 231 es empujada hacia el exterior del cuerpo por un resorte de láminas 233 cuya base está fijada a los largueros 217. El rodillo de apoyo 230 puede ser ocultado en el interior de los largueros 217 por un movimiento hacia abajo del pistón 227 que viene a apoyarse entonces sobre la palanca acodada 231.

15

20

Situado por debajo del dispositivo de excentricidad que se acaba de describir, un patín de medida 234 está provisto en su parte superior de un pivote 235 sobre el que está articulado un brazo 236 cuyo otro

25

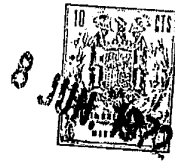
403083



extremo está provisto de una ranura 237 que se aplica sobre un pasador transversal fijado a los largueros 217. El patín de medida 234 está provisto también en su parte media de un pivote 240 sobre el que está articulado un brazo acodado 241 susceptible de pivotar alrededor de un eje 242 fijado a los largueros 217. El patín 234 es empujado hacia el exterior del cuerpo por un resorte de láminas 243 que se apoya sobre la parte trasera de dicho patín en la proximidad del pivote 240 y cuya base está fijada a los largueros 217. Gracias a la ranura 237, el patín 234 puede girar en un cierto ángulo alrededor del pivote 240 de manera que se inclina con respecto al eje longitudinal de la sonda de exploración. Esta propiedad permite al patín de medida 234 seguir las irregularidades del pozo y ésto tanto más fácilmente cuanto que la fuerza ejercida por el resorte 243 se aplica al nivel del pivote 240. El extremo del brazo acodado 241 opuesto al pivote 240 puede ser empujado hacia arriba por un gato hidráulico constituido por un pistón 244 deslizante en un cilindro 245 solidario de los largueros 217. Un desplazamiento hacia arriba del pistón 244 bajo la acción de una presión hidráulica aplicada al cilindro 245 oculta por lo tanto el patín de medida 234 a lo largo del cuerpo del aparato.

En la parte inferior de la sonda, un

403083



5 dispositivo de excentricidad similar al de la parte superior, comprende un brazo de excentricidad 250 susceptible de girar alrededor de un eje 251 y empujado hacia el exterior por un resorte de láminas 252. El brazo de excentricidad 250 está provisto hacia el interior de una prolongación 253 que puede ser empujada hacia arriba por un pistón 254 deslizando en el interior de un cilindro 255. El cilindro 255 contiene un segundo pistón 256 susceptible de venir a apoyarse sobre una palanca acodada 257 montada giratoria alrededor de un pivote 260 y que lleva en el otro extremo un rodillo 261 similar al rodillo 230. La palanca acodada 257 es empujada hacia el exterior de la sonda por un resorte de láminas 262.

15 Los elementos móviles, constituidos por los brazos de excentricidad 221 y 250, los rodillos de apoyo 230 y 261 y el patín de medida 234, pueden ser plegados a lo largo del cuerpo gracias a los gatos hidráulicos que comprenden los cilindros 226, 245 y 255
20 unidos por un conducto 263 a la sección hidráulica superior 216. Dicha sección hidráulica está constituida por una cámara 264 llena de fluido hidráulico y en la que está situado un motor eléctrico 265 que arrastra una bomba 266. La entrada de la bomba comunica con el
25 interior de la cámara 264 mientras que su salida está

403083



unida al conducto 263 que atraviesa de forma estanca la pared inferior de la cámara 264. El conducto 263 está unido también al interior de la cámara 264 por medio de una electro-válvula 267 susceptible de ser mandada desde la superficie. El motor 265 y la electro-válvula 267 son mandados independientemente alimentándolos de corriente desde la superficie por medio de los conductores 270 y 271. Dichos conductores están unidos por medio del cable 212 al equipo de superficie 214. La cámara 264 comprende también un dispositivo de igualación de presión constituido por un cilindro 272 en el que se puede desplazar un pistón flotante 273. Un lado del cilindro 272 comunica con el interior de la cámara 264 mientras que el otro lado del cilindro comunica con los fluidos del pozo. De esta forma, el interior de la cámara 264 está constantemente a la presión hidrostática del sondeo.

Para bajar el aparato en el sondeo, se pliegan todos los elementos móviles a lo largo del cuerpo. Para hacer ésto, se alimenta de corriente el motor 265 que acciona la bomba 266, enviando ésta último fluido hidráulico bajo presión a los cilindros 226, 245 y 255. Los pistones 225, 244 y 254 se desplazan hacia arriba plegando respectivamente a lo largo del cuerpo el brazo 221, el patín 234 y el brazo 250. Los pistones 227 y 256 se desplazan hacia abajo empujando en el

403083



interior de los largueros 217 los rodillos de apoyo 230 y 261. De este modo, todos los elementos móviles están en el interior del gálibo del cuerpo de sonda cuyo volumen es por lo tanto mínimo en el curso de la bajada en el sondeo.

5

Quando la sonda está a la profundidad deseada para comenzar la medida se alimenta de corriente la electro-válvula 267 que hace comunicar el interior del conducto 263 con el interior de la cámara 264 colocando así los diferentes cilindros a la presión hidrostática del pozo. Los elementos móviles se separan entonces del cuerpo bajo la acción de sus resortes individuales. La fuerza ejercida por los resortes 233 y 262 es la más elevada, de modo que los rodillos de apoyo 230 vienen a colocarse en su posición de separación máxima, encontrándose entonces su cara de apoyo a algunos centímetros del borde vertical del cuerpo. Los brazos de excentricidad 221 y 250 se apoyan sobre un lado del sondeo poniendo los rodillos 230 y 261 en contacto sobre la pared opuesta del pozo. El patín de medida 234, liberado del cuerpo gracias a los rodillos 230 y 261, tiene así un batimiento suficiente para pivotar y seguir las irregularidades de la pared. La sonda de exploración se encuentra entonces en la posición de medida representada en la figura.

10

15

20

25

27.5.72

403083



Los apoyos 230 y 261 que se han representado en la figura como rodillos giratorios podrían también tener la forma de zapatas de frotamiento fijadas en el extremo de las palancas acodadas 231 y 257. Se
5 prefiere sin embargo montar rodillos giratorios para disminuir los frotamientos. Además, si el patín de medida 234 está provisto de receptores o emisores acústicos, se pueden equipar dichos rodillos con bandas amortiguadoras para minimizar los ruidos creados por el desplazamiento de la sonda a lo largo de la pared, por ser dichos ruidos muy molestos para las medidas. Este dispositivo es particularmente interesante en el caso de que se desee colocar sobre la misma sonda de exploración varios patines de medida diferentes situados unos por encima de otros. En efecto, para cada patín particular, se puede elegir un resorte de láminas 243 que ejerza una fuerza apropiada elegida en función de la superficie de contacto del patín, de su resistencia al desgaste, de la presión de apoyo deseable para una medida óptima, etc... Gracias a los rodillos que mantienen constantemente el cuerpo de sonda a una distancia dada de la pared, dicha fuerza de apoyo permanece constante incluso en pozos desviados en los que el peso de la sonda es entonces soportado por los rodillos. Un conjunto
10
15
20
25 de excentricidad con rodillo de apoyo puede estar situa-

403083



do en cada uno de los extremos de la sonda de exploración, pudiendo estar uno o varios conjuntos suplementarios dispuestos entre los diferentes patines de medida. Se observará por otra parte que la utilización extensiva de resortes de láminas permite por una parte reducir el tamaño del conjunto, puesto que cada resorte viene a situarse, en posición cerrada paralelamente al eje longitudinal de la sonda y por otra parte, realizar de dorma simple fuerzas de apoyo independientes para cada uno de los elementos móviles. La utilización de resortes para separar los rodillos de apoyo no es sin embargo in dispensable debido a que dichos rodillos no ocupan en principio posición intermedia alguna entre su separación máxima y su posición retraída, contrariamente al patín y a los brazos de excentricidad. Cada palanca acodada portadora de rodillo puede ser, por ejemplo, solidaria de un pistón susceptible de ocupar una u otra de dos po siciones extremas correspondientes a las posiciones separadas y retraída del rodillo.

20 Se va a hacer a continuación referencia a la sonda de porosidad descrita en la figura 10. Dicha sonda, designada por la referencia 310, posee un cuerpo 311, de forma alargada sensiblemente cilíndrica, suspendido en el extremo de un cable 312 en un pozo 313 que
25 atraviesa una formación geológica 314. El cable pasa

403083



sobre una polea 315 y se arrolla sobre un tambor 316 que pertenece a una unidad de superficie 317.

La sonda 310 está provista, de abajo hacia arriba:

- 5 - de un dispositivo de diagrafía sónica 318,
- de un dispositivo de diagrafía de densidad 319 por rayos gamma,
- de un dispositivo de diagrafía de resistividad con electrodos 320, que sirve para medir la resistividad de las zonas muy próximas a la pared del pozo,
- de un dispositivo de diagrafía de neutrones 321,
- 15 - y de un dispositivo de diagrafía de rayos gamma 322 que sirve para medir la radioactividad natural de las formaciones.

Estos cinco tipos de dispositivos son bien conocidos en su principio. Es por lo que la descripción que se va a hacer de los mismos se limitará a los elementos necesarios para la comprensión del presente invento. Para una descripción detallada de dichos dispositivos se podrá, por ejemplo, hacer referencia en lo que se refiere al dispositivo de diagrafía sónica a la figura 2 arriba citada, en lo que se refiere al dis-

403083



5 positivo de diagrafía de densidad por rayos gamma a la patente francesa nº 1.409.230 en lo que se refiere al dispositivo de diagrafía de resistividad a la patente francesa nº 2.042.977, y en lo que se refiere al dispositivo de diagrafía de neutrones a la patente francesa 1.552.864.

10 El dispositivo de diagrafía sónica 318 comprende dos transductores de emisión 323 y 324 y dos transductores de recepción 325 y 326 que están dispuestos entre los transductores de emisión de manera que se obtiene un conjunto sensiblemente simétrico con respecto al centro del intervalo entre los receptores. Según el invento, estos cuatro transductores están situados en un mismo plano radial de la sonda 310 que, en la descripción que sigue, se llamará plano de alineación, y excentrados con respecto al eje longitudinal de la citada sonda según una misma dirección. Los dos emisores 15 323 y 324 están montados sobre el cuerpo 311, mientras que los dos receptores 325 y 326 están montados sobre un patín 327, unido al cuerpo de la sonda por dos brazos 20 328 y 329 que permiten su desplazamiento en el plano de alineación. Dichos brazos están articulados, por una parte, sobre el cuerpo 311, y, por otra parte, sobre el patín 327 respectivamente en su centro y en su 25 extremo superior. Un resorte de láminas 330, fijado al

27.5.72

403083



5 cuerpo y que actúa sobre el patín sensiblemente en su centro, tiene como misión la de separar este último del citado cuerpo. El patín puede ser replegado completamente en un alojamiento previsto en el cuerpo, por medio de un mecanismo hidráulico, no representado, que actúa sobre el brazo 329 para hacerlo pivotar alrededor de su eje de articulación sobre el cuerpo.

10 Es particularmente ventajoso adoptar, para la parte del cuerpo de la sonda que se encuentra en la proximidad de los detectores del dispositivo de diagrafía sónica, pero también para el patín 327 y sus brazos 328 y 329 de unión al cuerpo, una estructura periódica de masas y de uniones elásticas, realizada con forme a las figuras 4 a 8 más arriba comentadas.

15 El dispositivo de diagrafía de densidad 319 está provisto de una fuente de rayos gamma 331 y de dos detectores de dichos rayos 332 y 333 dispuestos a distancia diferentes de la citada fuente. El detector 332 puede ser, por ejemplo, un tubo Geiger-Müller y el
20 detector 333 un detector de destellos, pero se pueden utilizar también dos detectores de destellos. Según el invento, estos tres órganos están situados en el plano radial de alineación y excentrados según la misma dirección que los órganos del dispositivo de diagrafía sónica
25 ca 318. Los tres están montados sobre un patín 334 uni

403083



do al cuerpo 11 por dos brazos 335 y 336 que permiten su desplazamiento en el plano de alineación. Dichos brazos están articulados sobre el cuerpo 311 y sobre el patín 334 respectivamente en sus extremos inferior y superior. El eje de articulación del brazo inferior 335 sobre el cuerpo es susceptible de moverse en el interior de una ventana 337 dispuesta según el eje longitudinal de la sonda. El patín 334 se separa del cuerpo bajo el empuje, ejercido sensiblemente en su centro de un resorte de láminas 338 fijado sobre el citado cuerpo y tiene la posibilidad de escamotearse completamente en el interior de un alojamiento previsto a este efecto cuando es sometido a la acción de un mecanismo hidráulico, no representado, que actúa sobre los brazos 335 y 336 para hacerlos pivotar alrededor de sus ejes de articulación sobre el cuerpo.

El dispositivo de diagrafiya de resistividad con electrodos 320 no se ha representado en detalle. Está provisto esencialmente, sobre un patín 339 de dimensiones notablemente más reducidas que las de los patines 327 y 334, de un electrodo puntual central A_0 y de cuatro electrodos circulares concéntricos M_0 , A_1 , M_1 y M_2 . El electrodo central A_0 emite por una parte una corriente alterna principal que vuelve al cuerpo de la sonda y, por otra parte, una corriente alterna auxiliar

27.5.72

403083



que vuelve al electrodo A_1 . Dicha circulación de corriente hace aparecer entre los electrodos M_1 y M_2 una diferencia de potencial que es mantenida constantemente a un valor pequeño o nulo por subordinación de una de las corrientes principal o auxiliar. El patín 339 está unido al cuerpo 311 por dos brazos 340 y 341 que permiten su desplazamiento en el plano de alineación; está dispuesto de modo que el electrodo central A_0 se encuentra excéntrico según la misma dirección que los órganos emisores y receptores de los dispositivos de diagrafía sónica y de densidad. Los brazos 340 y 341 están articulados sobre el cuerpo y sobre el patín 339, respectivamente en su centro y en su parte superior. Este último se separa del cuerpo bajo la acción de un resorte de láminas 342 fijado sobre el citado cuerpo y tiene la facultad de penetrar totalmente en el interior de un alojamiento previsto en el cuerpo gracias a un mecanismo hidráulico no representado, que actúa sobre el brazo 341 para hacerlo pivotar alrededor de su eje de articulación sobre el cuerpo.

El dispositivo de diagrafía de neutrones 321 está provisto de una fuente de neutrones 343, formada por ejemplo por una mezcla de plutonio y de berilio, o de americio y de berilio, o incluso de californio, y de dos detectores de neutrones epitérmicos 344 y 345 situados a distancias diferentes de la fuente. Ventajosamente

403083



5 te, estos detectores son de helio gaseoso. Según el in
vento, la fuente 343 y los dos detectores 344 y 345 es-
tán situados sobre el cuerpo 311 de la sonda en el pla-
no de alineación y excentrados con respecto al eje lon-
gitudinal según la misma dirección que los órganos de
los tres dispositivos de diagrafía ya descritos. Se pue-
den utilizar también detectores de radiación gamma que
detectan los rayos gamma de captura de los neutrones por
los núcleos de los átomos de la formación.

10 Finalmente, el dispositivo de diagrafía
de rayos gamma 322 está provisto principalmente de un
detector de rayos gamma 346, constituido ventajosamente
por un detector de destellos. Dicho detector está si-
tuado sobre el cuerpo 311 según la misma generatriz que
15 los tres órganos del dispositivo de diagrafía de neutro-
nes.

20 Según el invento, los cinco dispositivos
de diagrafía llevados por la sonda son directivos, es
decir, que poseen, ya sea por su propia naturaleza, ya
sea por disposiciones suplementarias apropiadas, direc-
ciones de funcionamiento privilegiadas, de manera que
las medidas efectuadas por cada uno de ellos en un pozo
se refieren a sectores de formación relativamente estre-
chos. Como aparecerá a continuación en la descripción,
25 el dispositivo de diagrafía de resistividad con electro-

403083



dos es directivo por naturaleza, siendo la medida que suministra la de la resistividad de un pequeño volumen de formación muy próximo al pozo. Por el contrario, los otros cuatro dispositivos deben ser hechos directi
5 vos realizando, de una manera absolutamente clásica, una colimación al nivel de sus fuentes y/o de sus de-
tectores.

El cuerpo 311 de la sonda está provisto, en la parte opuesta de los patines 327, 333 y 339, de
10 cuatro brazos de excentricidad, tales como 347, que es
tán articulados sobre el citado cuerpo de manera que pueden pivotar en el plano radial de alineación. Los
brazos se separan del cuerpo bajo el empuje de resortes de láminas tales como 348, para venir a aplicar sus ex-
15 tremos contra la pared del pozo 313; el repliegue de di
chos brazos a lo largo del cuerpo está asegurado por me
canismos hidráulicos, no representados.

Finalmente, la sonda posee, en los extre-
mos de los patines 327 y 334, por encima del transduc-
20 tor emisor superior 324, por debajo del transductor emi-
sor inferior 323 y en la parte superior del cuerpo, apo-
yos constituídos por rodillos giratorios tales como 349,
provistos de una banda amortiguadora de caucho por ejem-
plo, que sobresalen ligeramente de la cara delantera de
25 los patines y del cuerpo. Dichos apoyos tienen como mi

403083



y de detección. La figura ilustra esta posibilidad para los patines 334 y 339.

5 Gracias a esta disposición que permite a los cinco dispositivos de diagraffía directivos explorar sectores estrechos de formación situados según una misma generatriz del pozo y en razón de la acción de guiado ejercida por los brazos de excentricidad, que reduce considerablemente las rotaciones de la sonda, queda prácticamente asegurado, después de haber corregido los efectos debidos a los tirones de ésta, que las
10 medidas recogidas en la superficie, referidas a un mismo nivel, corresponden en todo momento a la misma muestra de formación explorada.

15 El funcionamiento de los cinco dispositivos de diagraffía montados sobre la sonda es bien conocido y está ampliamente descrito en las patentes citadas más arriba. Por lo tanto, solamente se recordará lo esencial del mismo a continuación.

20 El dispositivo de diagraffía sónica suministra la medida del tiempo de recorrido del sonido en la formación, entre sus dos detectores 325 y 326. Cada medida se hace en cuatro etapas. En la primera, el transductor emisor superior 324 libera un tren de ondas acústicas al mismo tiempo que dispara el avance de
25 una escala contadora-descontadora al ritmo de los impulsos.

403083



5 sos de un reloj; dicha escala es parada a la llegada
de las ondas sobre el transductor de recepción inferior
325. En la etapa siguiente, el transductor de emisión
superior 324 libera un nuevo tren de ondas acústicas al
10 mismo tiempo que dispara el retroceso de la escala al
ritmo del reloj; cuando la escala es parada a la llega
da de las ondas sobre el transductor de recepción su
perior 326, su estado es representativo del tiempo de
propagación de las ondas entre los dos receptores. Se
15 ría posible contentarse con este resultado, pero éste
corre el riesgo de ser erróneo si el patín 327 no es
paralelo al eje del pozo. Las etapas tercera y cuarta
tienen por objeto eliminar este riesgo de error. En la
tercera etapa, es el transductor emisor inferior 323 el
20 que libera un tren de ondas acústicas y dispara el avan
ce de la escala (no puesta a cero al final de la segun
da etapa), la cual es parada a la llegada de las ondas
sobre el transductor receptor superior 326. Por fin,
en la cuarta etapa, el transductor de emisión inferior
25 323 libera un nuevo tren de ondas acústicas y dispara
el retroceso de la escala. Cuando esta última es para
da, a la llegada de las ondas sobre el receptor inferior
325, su estado representa dos veces el valor del tiempo
de recorrido entre los dos receptores, encontrándose sen
siblemente eliminados los efectos debidos a la inclina-

27.5.72

403083



ción del patín. El tiempo de recorrido así medido es
función de la porosidad de la muestra de formación ad-
yacente a la sonda pero también especialmente de la li-
tología y de la presencia de vacuolas, de arcilla y de
5 hidrocarburos gaseosos.

El dispositivo de diagrafía de densidad
319 suministra una medida de la que se puede deducir la
densidad de la muestra de formación adyacente. Los ra-
yos gamma emitidos por la fuente 331 pierden su energía
10 principalmente por colisión con electrones (efecto --
Compton) y una parte de ellos vuelven sobre los detec-
tores 332 y 333. Los rayos gamma que alcanzan el detec-
tor 333, el más alejado de la fuente 331, han penetrado
generalmente en la formación más profundamente que los
15 rayos gamma que alcanzan el detector 332, de tal modo
que la lectura de este último está más influenciada por
un contacto imperfecto entre el patín y la formación y
permite por lo tanto una corrección de la lectura del
primero. En estas condiciones, la lectura corregida
20 del detector 333 refleja el número de electrones por
unidad de volumen en la formación, de lo que se puede
deducir con una buena precisión la densidad de la cita-
da formación. El valor así medido es función de la po-
rosidad, pero está influenciado también por la litolo-
25 gía y por la presencia de gas.

27.5.72

403083



1972

El dispositivo de diagraffia de resisti-
vidad con electrodos 320 emite en la formación, por su
electrodo central A_0 , una corriente auxiliar que se pro-
paga principalmente en la zona susceptible de ser ocupa-
5 pada por la torta de lodo depositada por el fluido de
sondeo al penetrar en las formaciones permeables. Esto
obliga a la corriente principal, emitida por el mismo
electrodo A_0 , a volver sobre el cuerpo de sonda siguien-
do un trayecto que atraviesa la formación. Debido a
10 ello, si se mantiene por ejemplo constante el potencial
del electrodo M_0 , la medida de la corriente principal
permite obtener el valor de la resistividad de un peque-
ño volumen de formación situado muy cerca de la pared
del pozo. Dicha medida sirve para la evaluación de la
15 porosidad, pero permite también, por una parte debido
a la finura de su definición, suministrar una referen-
cia precisa para la correlación en profundidad de va-
rios grupos de diagraffias realizadas sucesivamente con
ayuda de sondas, provista cada una de un tal dispositi-
20 vo y, por otra parte, suministrar indicaciones referen-
tes a la rugosidad de la pared del pozo y al espesor de
la torta de lodo.

El dispositivo de diagraffia de neutrones
321 suministra una medida que refleja la cantidad de hi-
25 drógeno por unidad de volumen de formación. Los neutro-

403083



1972

5 nes emitidos por la fuente 343 son en efecto principal-
mente retardados por colisión con los núcleos de hidró-
geno y el número de neutrones epitérmicos recibidos por
los detectores 344 y 345 es tanto más pequeño cuanto
10 más grande es la cantidad de hidrógeno en la muestra
adyacente. La relación de los índices de recuento re-
gistrados por estos dos detectores es función del reco-
rrido de difusión de la formación, el cual está ligado
a la porosidad de la citada formación pero depende tam-
15 bién de su litología así como de la presencia de arcilla
y de hidrocarburos gaseosos.

Finalmente, el dispositivo de diagrafía
de rayos gamma 322 registra simplemente con ayuda de su
detector 346 la radioactividad natural de las formacio-
15 nes. Como la radioactividad de las arcillas es en ge-
neral netamente más elevada que la de los constituyen-
tes habituales de las formaciones porosas permeables,
la medida registrada refleja bastante bien el conteni-
do de arcilla.

20 Se conocen diversos métodos para deter-
minar con una buena precisión, a partir de las medidas
suministradas por estos cinco dispositivos de diagrafía,
la litología y la porosidad de las formaciones explora-
das.

25 Se pueden obtener informaciones referen-

403083



tes a la litología utilizando la técnica, llamada de re
presentación estadística, según la cual dos medidas he-
chas sobre cada muestra de formación se llevan a un mis-
mo diagrama, generalmente en coordenadas rectangulares,
5 una en abscisas, la otra en ordenadas. Una representa-
ción estadística de las medidas de porosidad suministra
das por los dispositivos de diagrafía de densidad y de
neutrones permite determinar la porosidad real de una
roca con dos minerales así como las proporciones rela-
10 tivas de dichos minerales. Del mismo modo, una repre-
sentación estadística de las medidas de la densidad de
la formación suministradas por el dispositivo de diagra
fía, de densidad y del tiempo de recorrido suministra
do por el dispositivo de diagrafía sónica permite de-
15 terminar a la vez la litología y la porosidad de la for-
mación. Se podrá hacer referencia, a este objeto, al
artículo de Wayland aparecido en "Journal of Petroleum
Technology" (septiembre 1963) y titulado "Determination
of a more accurate porosity and mineral composition in
20 complex lithologies with the use of the sonic, neutron
and density surveys". Otro método que realiza una re-
presentación estadística de las medidas suministradas
por los dispositivos de diagrafía sónica, de densidad
y de neutrones está descrito en un artículo de Burke y
25 otros, titulado "The litho-porosity cross-plot" (SPWLA

27.5.72

403083



tenth annual logging symposium - mayo 1969).

5 Naturalmente, la calidad de las informaciones obtenidas por estos métodos de interpretación está directamente ligada a una buena correlación de las diferentes medidas, puesto que un ligero error en el diagrama de representación estadística puede falsear totalmente la identificación de la litología. La disposición conforme al invento, que garantiza la obtención de medidas que se refieren a las mismas muestras de formación, permite por lo tanto una mejora muy importante de la calidad de las informaciones recogidas.

10

La presente solicitud que corresponde a la presentada en Francia, con fecha 24 de Mayo de 1971 bajo el número 71.18636, 71.18637 y 71.18638 y 3 de Noviembre de 1971, número 71.39315, se acoge a los beneficios del Artículo 51 del vigente Estatuto sobre propiedad Industrial.

15

20

REIVINDICACIONES

=====

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

25

27.5.72

403083



los siguientes:

5 1.- Una disposición de sonda de diagra-
fía acústica del género que comprende: un cuerpo de for-
ma alargada aproximadamente cilíndrico, adaptado para
ser desplazado en el pozo por medio de un cable, medios
para emitir ondas acústicas susceptibles de propagarse
en las citadas formaciones, que incluyen por lo menos
un transductor de emisión, medios para recibir las ci-
tadas ondas acústicas después de su trayecto en las ci-
tadas formaciones y para generar señales eléctricas re-
presentativas de las citadas ondas recibidas, que inclu-
10 yen por lo menos un transductor de recepción, estando
los citados transductores de emisión y de recepción lon-
gitudinalmente dispuestos en la citada sonda, caracte-
15 rizada porque estando los transductores de emisión y de
recepción excentrados en una misma dirección en el pozo,
el o los transductores de emisión y/o el o los transduc-
tores de recepción están constituidos cada uno por uno
o varios elementos cuyo diagrama de directividad, por
20 lo menos en un plano que contiene el eje de la sonda y
por lo menos en el conjunto de las direcciones de emi-
sión y/o de recepción correspondientes a los diferentes
trayectos seguidos por las citadas ondas recibidas en
función de los diferentes tipos de formaciones encontra-
25 das, es en la práctica independiente de las citadas di-

27.5.72

- 75 -

403083



recciones.

5 2.- Disposición según la reivindicación
1, caracterizada porque estando los transductores de
emisión y de recepción montados en el cuerpo mismo de
la sonda están excentrados en una misma dirección con
respecto al eje del citado cuerpo, estando previstos
brazos de excentricidad retráctiles en una dirección
opuesta a la precedente, para excentrar el citado cuer
po de sonda en el pozo.

10 3.- Disposición según una de las reivin
dicaciones 1 ó 2, caracterizada porque el o los trans-
ductores de emisión y/o de recepción tienen la forma
de tubos cilíndricos de revolución, estando los citados
tubos dispuestos en la sonda de tal manera que su eje
15 de revolución sea perpendicular al eje de la citada son
da.

20 4.- Disposición según la reivindicación
3, caracterizada porque el diámetro de los transducto-
res de recepción es notablemente inferior a la longitud
de onda media de las vibraciones a recibir.

25 5.- Disposición según una de las reivin-
dicaciones 3 ó 4, caracterizada porque los transducto-
res de recepción están montados en alojamientos cuya pa
red está alejada de la pared cilíndrica de los transduc
tores en una distancia superior a una semi-longitud de

27.5.72

- 76 -

403083



1972

onda en el fluido de sondeo de la frecuencia media de las ondas útiles a recibir.

5 6.- Disposición según la reivindicación 3, caracterizada porque, siendo utilizados varios elementos de transductores, éstos están montados sobre un soporte cuya forma es tal que los transductores de emisión y/o de recepción así constituidos presentan aproximadamente el perfil de un sector tórico.

10 7.- Disposición según una de las reivindicaciones 3, 5, 6, caracterizada porque los transductores utilizados son de tipo piezoeléctrico.

15 8.- Disposición según la reivindicación 1, caracterizada porque los transductores de recepción están constituidos por uno o varios elementos piezoeléctricos planos que tienen una dimensión transversal pequeña frente a la longitud de onda de las ondas a recibir, formando los citados elementos una superficie alargada dispuesta según una línea perpendicular al eje de la sonda.

20 9.- Disposición según una de las reivindicaciones 3, 6 u 8, caracterizada porque cada transductor de recepción está constituido por varios elementos de tipo piezoeléctrico, eléctricamente conectados en serie y mecánicamente dispuestos en un mismo plano perpendicular al eje de la sonda.

25

27.5.72

403083



5 10.- Disposición según la reivindicación
1, caracterizada porque estando los citados transductores de emisión y de recepción excentrados en una misma dirección con respecto al eje de la sonda, ésta está
5 provista de brazos para excentrar el cuerpo de sonda en el pozo en la misma dirección que los citados transductores, estando el o los transductores de emisión montados en el cuerpo mismo de la sonda si bien se han previsto apoyos amortiguadores de vibraciones sobre el cuerpo
10 de la sonda, a uno y otro lado del grupo formado por los citados transductores de emisión y de recepción y en una dirección opuesta a la de los citados brazos.

15 11.- Disposición según la reivindicación
10, caracterizada porque los apoyos amortiguadores son rodillos giratorios provistos de bandas, montados sobre soportes solidarios del cuerpo de la sonda, siendo los citados soportes ellos mismos, preferentemente, amortiguadores de vibraciones.

20 12.- Disposición según la reivindicación
10, caracterizada porque los brazos para excentrar los transductores en el pozo son en número de dos y están respectivamente dispuestos por encima y por debajo del grupo de transductores en la dirección opuesta al citado grupo.

25 13.- Disposición de sonda de diagrafía

27.5.72

- 78 -

403083



acústica del género que comprende: un cuerpo de forma
alargada aproximadamente cilíndrico, adaptado para ser
desplazado en el pozo por medio de un cable, medios pa
ra emitir ondas acústicas susceptibles de propagarse
5 en las citadas formaciones, que incluyen por lo menos
un transductor de emisión, medios para recibir las ci-
tadas ondas acústicas después de su trayecto en las
citadas formaciones y para generar señales eléctricas
representativas de las citadas ondas recibidas, que in
10 cluyen por lo menos un transductor de recepción, estan
do los citados transductores de emisión y de recepción
longitudinalmente dispuestos en la citada sonda, carac
terizada porque el o los transductores de emisión están
montados en el cuerpo de la sonda mientras que, el o
15 los transductores de recepción están montados sobre un
patín de medida, estando previstos brazos para separar
el citado patín de medida del cuerpo de sonda y para
aplicarlo sobre la pared del pozo.

14.- Disposición de sonda de diagrafía
20 acústica del género que comprende: un cuerpo de forma
alargada aproximadamente cilíndrico, adaptado para ser
desplazado en el pozo por medio de un cable, medios pa-
ra emitir ondas acústicas susceptibles de propagarse en
las citadas formaciones, que incluyen por lo menos un
25 transductor de emisión, medios para recibir las citadas

27.5.72

403083



ondas acústicas después de su trayecto en las citadas formaciones y para generar señales eléctricas representativas de las citadas ondas recibidas, que incluyen por lo menos un transductor de recepción, estando los
5 citados transductores de emisión y de recepción dispuestos longitudinalmente en la citada sonda, caracterizada porque la parte del cuerpo de sonda comprendida entre los transductores extremos está constituida por una estructura periódica formada de masas y de uniones
10 elásticas que constituyen un filtro mecánico pasa-bajos cuya frecuencia de corte es varias veces inferior a la frecuencia de resonancia de los transductores de emisión, estando la citada estructura provista de un miembro rígido de forma aproximadamente tubular, cuya pared
15 posee interrupciones transversales dispuestas de tal forma que las ondas no puedan propagarse en las mismas más que siguiendo trayectos tortuosos, y en que las masas están repartidas a lo largo de la pared interna del citado miembro, siendo cada una de ellas mecánicamente
20 solidaria de dos lados opuestos de la citada pared.

15.- Disposición según la reivindicación 14, caracterizada porque el citado miembro está formado por un tubo provisto de cuatro series de ventanas transversales que están alineadas regularmente según cuatro
25 generatrices de tubo contenidas en dos planos diametra-

27.5.72

403083



les perpendiculares, estando las ventanas situadas sobre dos generatrices diametralmente opuestas en un mismo plano y alternando con las ventanas situadas sobre las otras dos generatrices, estando las masas fijadas en las intersecciones entre los planos que contienen las ventanas situadas sobre dos generatrices diametralmente opuestas y las otras dos generatrices.

16.- Disposición según la reivindicación 14, caracterizada porque el citado miembro está constituido por dos cunas metálicas entre las que están dispuestas las masas, estando las citadas cunas provistas de ventanas situadas entre las masas así como por encima y por debajo de las mismas.

17.- Disposición según una de las reivindicaciones 15 ó 16, caracterizada porque las masas están soldadas al miembro tubular.

18.- Disposición según la reivindicación 16, caracterizada porque las masas y las dos cunas están formadas a partir de un mismo bloque de metal, aproximadamente cilíndrico.

19.- Disposición según la reivindicación 18, caracterizada porque el citado bloque está provisto de: cuatro ranuras longitudinales dispuestas en dos planos simétricos con respecto a un primer diámetro, una primera serie de ventanas transversales abiertas según

27.5.72

403083



5 un segundo diámetro perpendicular al primero en planos
de sección recta del cilindro regularmente espaciados,
no extendiéndose las citadas ventanas transversalmente
sobre toda la distancia entre las dos ranuras longitu-
dinales de un mismo plano, una segunda serie de venta-
10 nas transversales abiertas según el citado primer diá-
metro en los mismos planos que la primera serie de ven-
tanas, extendiéndose las citadas ventanas transversal-
mente sobre toda la distancia entre los dos planos que
15 contienen las ranuras longitudinales, y una doble serie
de entalladuras transversales situadas en el exterior
de los planos que contienen las citadas ranuras y que
desembocan en estas últimas según planos de sección recta
del cilindro que alternan con los planos que contie-
nen las series primera y segunda de ventanas transver-
sales.

20.- Disposición según una de las rei-
vindicaciones 14 ó 15, caracterizada porque las masas
son de acero, de tungsteno o de uranio, el miembro tu-
25 bular de acero o de titanio y el citado bloque de ace-
ro.

21.- Disposición según una de las reivin-
dicaciones 14 a 20, caracterizada porque las señales su-
ministradas por los transductores de recepción son apli-
25 cadas a un filtro eléctrico pasa-altos cuya frecuencia

27.5.72

- 82 -

403083



de corte es un poco superior a la del citado filtro me
cánico pasa-bajos.

5 22.- Disposición según una de las reivin
dicaciones 1, 3 ó 10, del género provisto por lo menos
de un transductor de emisión montado excentrado en el
cuerpo mismo de la sonda, caracterizada porque compren
de dos transductores de recepción montados uno por en-
cima de otro sobre un patín provisto de un apoyo amor-
tiguador en cada extremo, estando previstos medios pa-
10 ra separar radialmente el citado patín del cuerpo de
sonda y para aplicar los citados apoyos sobre la pared
del pozo.

15 23.- Disposición según la reivindicación
22, caracterizada porque el citado patín de medida está
adaptado para pivotar alrededor de un eje perpendicular
al eje longitudinal del cuerpo, y porque el citado cuer
po está provisto a uno y otro lado del citado patín de
medida, de apoyos adaptados para mantener el citado cuer
po a una distancia dada de la pared del sondeo al obje-
20 to de dar al citado patín de medida un batimiento late-
ral suficiente para seguir las irregularidades de la pa-
red.

25 24.- Disposición según la reivindicación
23, en la que se han previsto medios de excentricidad
que comprenden brazos de excentricidad, susceptibles de

27.5.72

- 83 -

403083



ser plegados a lo largo del cuerpo por gatos hidráulicos, estando un brazo de excentricidad montado al nivel de cada uno de los citados apoyos.

5 25.- Disposición según una de las reivindicaciones 23 ó 24, caracterizada porque los citados apoyos están montados sobre brazos articulados adaptados para separarse del citado cuerpo y susceptibles de ser plegados en el interior del gálibo del citado cuerpo por gatos hidráulicos.

10 26.- Disposición según la reivindicación 25, caracterizada porque los citados apoyos son rodillos montados giratorios en el extremo de los citados brazos articulados.

15 27.- Disposición según una de las reivindicaciones 25 ó 26, caracterizada porque los medios de excentricidad y el patín de medida están separados del cuerpo por resortes individuales elegidos de modo que la fuerza aplicada a los citados medios de excentricidad sea superior a la aplicada al citado patín de medida.

20

28.- Disposición según la reivindicación 27, caracterizada porque los citados apoyos están separados del cuerpo por resortes individuales adaptados para ejercer sobre cada uno de los citados apoyos una fuerza lateral notablemente superior a la aplicada a

25

27.5.72

A large, stylized handwritten signature or set of initials, possibly "C.", written in dark ink.

403083



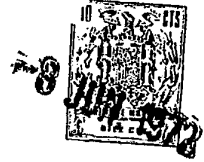
los citados medios de excentricidad.

29.- Disposición según las dos reivindicaciones combinadas 12 y 22, caracterizada porque los medios para aplicar los apoyos del patín sobre la pared del pozo generan una fuerza de apoyo notablemente más
5 pequeña que la desarrollada por los brazos de excentricidad del cuerpo de sonda.

30.- Disposición de sonda de diagrafía de pozos destinada a suministrar, a fin de permitir calcular automáticamente la porosidad de las formaciones geológicas atravesadas por un pozo, medidas de la velocidad del sonido, medidas de densidad y medidas de contenido en hidrógeno que se refieren al menos aproximadamente a las mismas muestras de formación, caracterizada porque estas tres medidas son hechas sobre sectores de formación relativamente estrechos, sensiblemente alineados en cada instante según una misma generatriz del pozo, estando la citada sonda provista sobre un cuerpo alargado aproximadamente cilíndrico: de un
10 dispositivo de diagrafía acústica que comprende por lo menos una fuente acústica y dos detectores preferentemente realizados y dispuestos según la reivindicación 1, de un dispositivo de diagrafía de densidad que comprende una fuente de rayos gamma y dos detectores de dichos rayos, y de un dispositivo de diagrafía de neutro-
15
20
25

27.5.72

403083



nes que comprende una fuente de neutrones y dos detectores de neutrones o de rayos gamma, siendo estos tres dispositivos de diagrafía directivos, de modo que las medidas efectuadas por cada uno de ellos se refieren a sectores de formación relativamente estrechos, estando las citadas fuentes y los citados detectores situados en un mismo plano radial de la sonda, llamado plano de alineación, y orientados según una dirección común estando previstos medios de empuje que tienen como misión, apoyándose sobre la pared del pozo, de excentrar el citado cuerpo en el pozo según esta misma dirección y guiarlo en sus desplazamientos para minimizar las rotaciones del mismo, de tal modo que las citadas fuentes y los citados detectores se encuentran sensiblemente frente a una misma generatriz de la citada pared.

31.- Disposición según la reivindicación 30, caracterizada porque: los dos detectores del dispositivo de diagrafía acústica están montados sobre un primer patín articulado sobre el cuerpo y susceptible de desplazarse en el plano de alineación, estando la (o las) fuente(s) acústica(s) montada(s) sobre el citado cuerpo, la fuente de rayos gamma y los dos detectores del dispositivo de diagrafía de densidad están montados sobre un segundo patín articulado sobre el cuerpo y susceptible de desplazarse en el citado plano.

27.5.72

403083



no de alineación, la fuente de neutrones y los dos detectores del dispositivo de diagrafía de neutrones están montados sobre el cuerpo.

5 32.- Disposición según una de las reinvindicaciones 30 y 31, caracterizada porque está provista de un dispositivo de diagrafía de resistividad con electrodos montado sobre un patín susceptible de desplazarse en el plano de alineación.

10 33.- Disposición según una de las reinvindicaciones 30 a 32, caracterizada porque está provista de un dispositivo de diagrafía de rayos gamma directivo que comprende un detector de rayos gamma montado sobre el cuerpo en el plano de alineación.

15 34.- Una disposición de sonda de diagrafía acústica.

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.

20 La presente Memoria consta de ochenta y siete hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 8 JUN. 1972

P.A.

Alberto de Eizaburu
Por Poder

27.5.72

JGM.

- 87 -

403083

12 JUN 1922

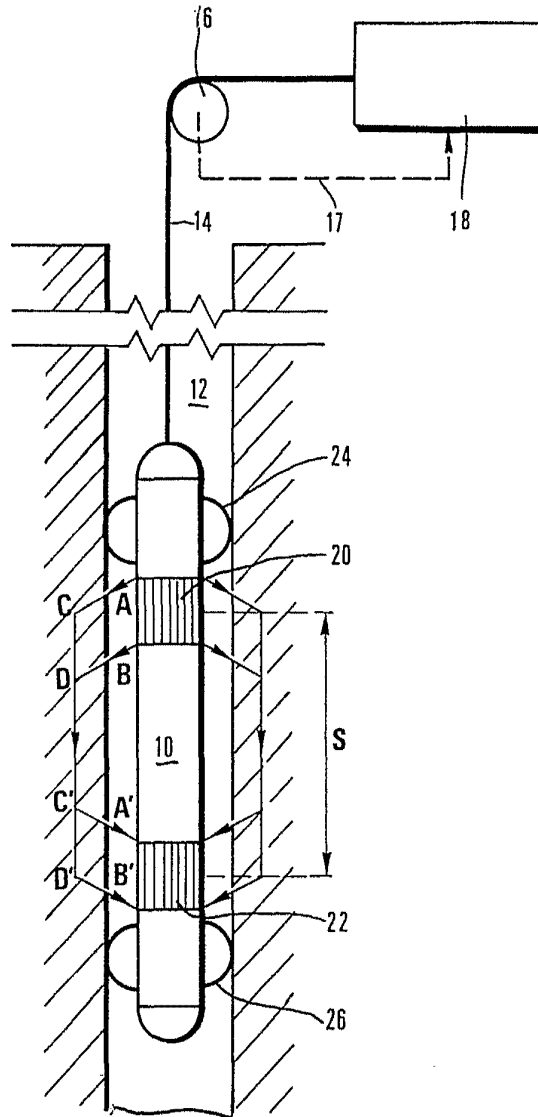
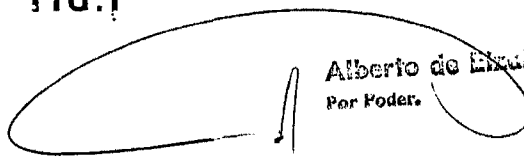


FIG. 1


Alberto de Eixaburu
Per Poder.

403083

12 JUN 1922

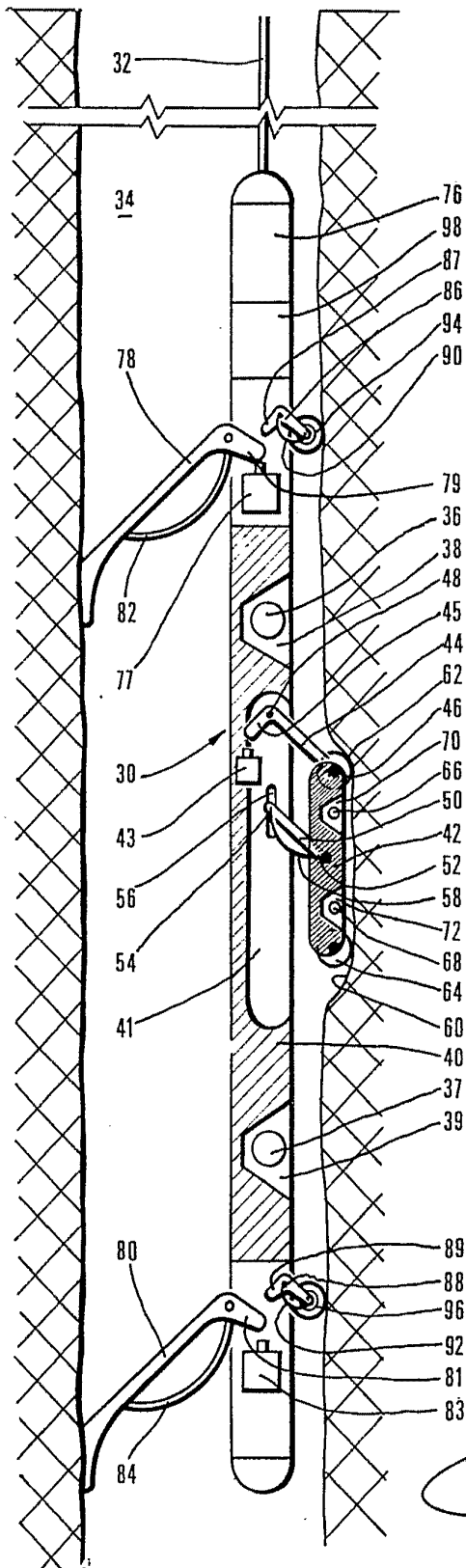


FIG. 2

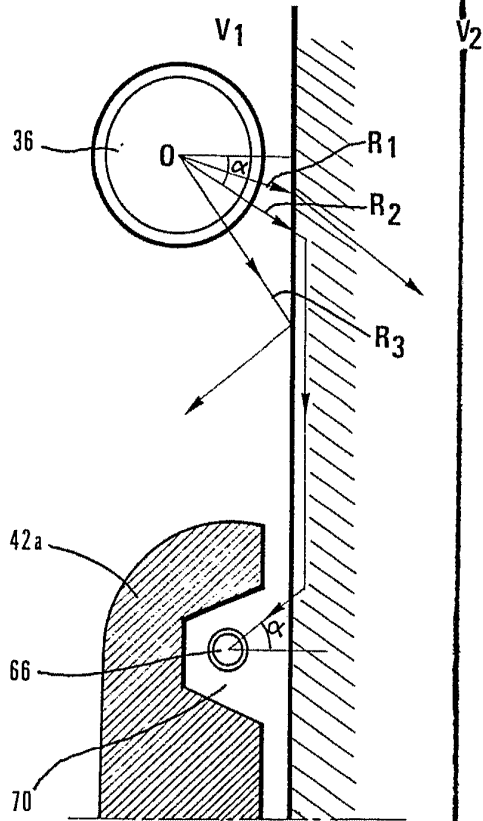


FIG. 3

Alberto de Almeida
Per Edder

BREVET

403083

12.10.1907

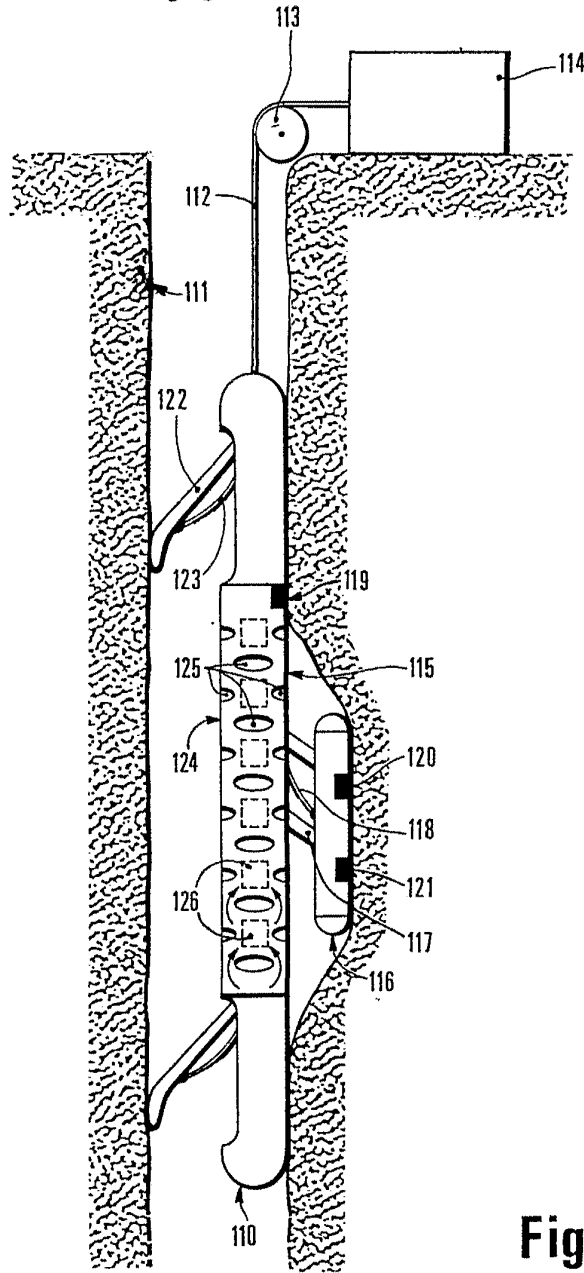


Fig. 4

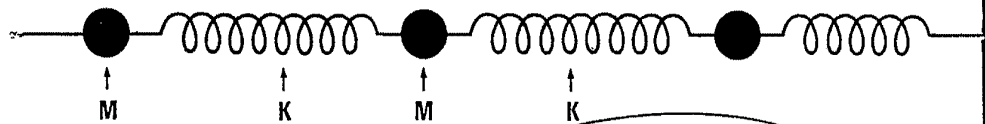


Fig. 5

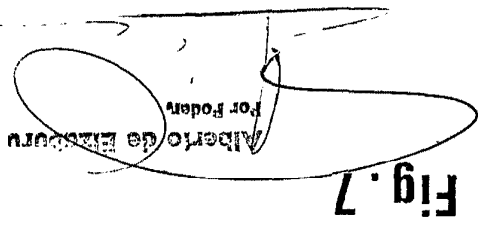


Fig. 7

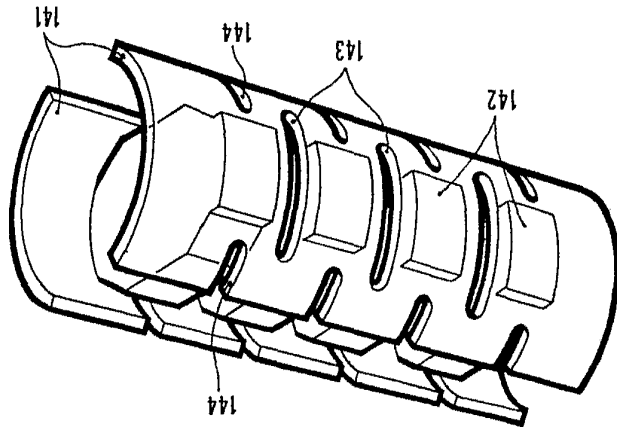
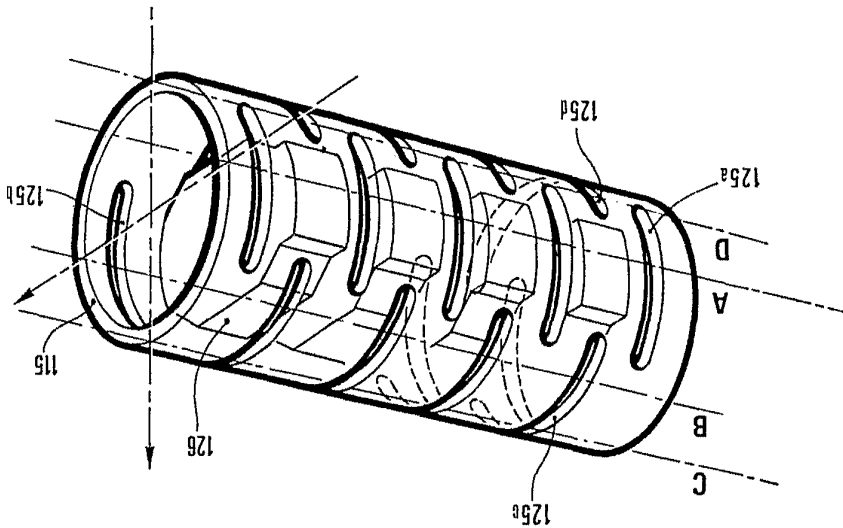


Fig. 6



403083



403083

12 JUN 1973
BREVET
DE
MARQUE

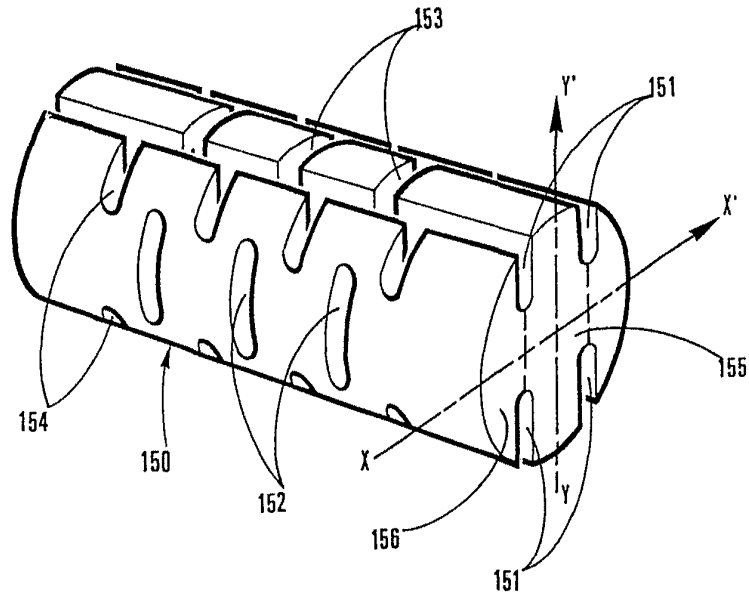
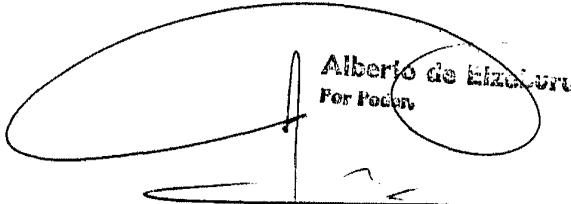


Fig. 8


Alberto de Mazarun
For Patent

12 JUN 1909

403083

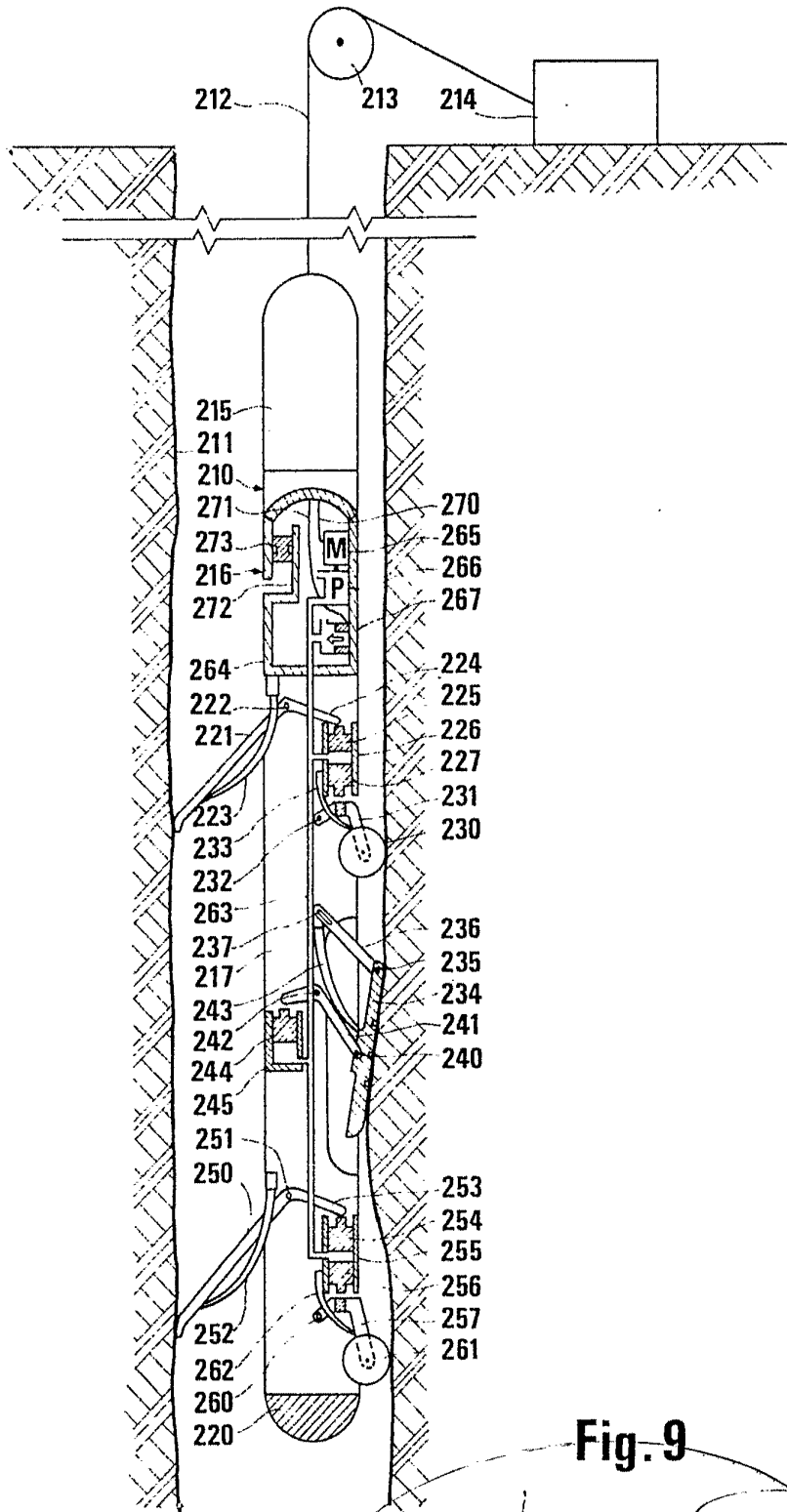


Fig. 9

Alberto A. Schlimberger
Per Madrid.

