

MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL

P - 9.081.-
2 - 6.254.-



198582

20 JUN. 1951

198582

MEMORIA DESCRIPTIVA
para solicitar
PATENTE DE INVENCION
en
ESPAÑA
por VEINTE años

a nombre de SCHLUMBERGER WELL SURVEYING CORPORATION, entidad norteamericana, establecida en 2.720, Leeland Avenue, Houston, Harris, Tejas, Estados Unidos de América, por:

" UN METODO Y APARATO PARA INVESTIGAR FORMACIONES TERRESTRES SUBTERRANEAS ".-



198582

El presente invento se refiere a métodos y aparatos para investigar las formaciones terrestres subterráneas. Mas en particular se refiere a métodos y aparatos de registrar pozos, nuevos y altamente eficaces, que son de utilidad especial para distinguir formaciones permeables e impermeables atravesadas por un pozo que contenga un lodo de perforación u otro fluido que tenga sólidos divididos finamente, en suspensión.

En la práctica actual se acostumbra emplear lodos de perforación en los trabajos de perforación de pozos. Generalmente se emplean para este propósito lodos a base de agua que contengan arcilla u otras partículas divididas finamente suspendidas en agua. Normalmente, la presión del fluido en las formaciones permeables atravesadas por un agujero de barreno es menor que la presión hidrostática de la columna del lodo en el agujero, de manera que el lodo y el filtrado de lodo fluye dentro de esas formaciones. Sin embargo, tales formaciones tienden a cribar las partículas divididas finamente en el lodo, de manera que se forma una "torta de lodo" substancial en la pared del agujero de barreno en los niveles de las formaciones permeables. Por otra parte, el lodo no fluye dentro de las formaciones impermeables de modo que substancialmente no se forma torta de lodo en la pared del agujero de barreno en los niveles en que



198582

ocurren. Por lo tanto, la presencia o ausencia de una torta de lodo de filtración en la pared de un agujero de barreno, proporciona una indicación segura de si las formaciones a diferentes profundidades son permeables o impermeables.

Por consiguiente, uno de los objetos del invento es proveer un nuevo método y aparato para determinar la presencia o la ausencia de torta de lodo en la pared de un agujero de barreno a profundidades diferentes del mismo.

Otro objeto del invento es proveer un nuevo método y aparato en el cual se utilizan medidas de resistividad eléctrica para determinar si se ha formado una torta de lodo en la pared de un agujero de barreno, o no.

Aún otro objeto del invento es proveer un nuevo método y aparato para distinguir formaciones permeables e impermeables atravesadas por un agujero de barreno obteniendo indicaciones de la resistividad eléctrica del material contiguo a la pared del agujero de barreno.

Aún otro objeto del invento es proveer un nuevo método y aparato del susodicho carácter que sea capaz de indicar en la superficie de la tierra el grueso aproximado de cualquier torta de lodo en la pared de un agujero de barreno.

Aún otro objeto del invento es proveer un nuevo método y aparato para proporcionar simultáneamente indicaciones del diámetro del agujero de barreno y de la presencia o ausencia de una torta de lodo en la pared del agujero de barreno mediante



198582

lo cual se puedan hacer determinaciones de torta de lodo más seguras.

De acuerdo con el invento se hacen medidas altamente localizadas, in situ, de la resistividad eléctrica de los materiales que comprenden la pared del agujero de barreno. Más particularmente, se hacen por lo menos dos medidas de resistividad de pared en cada sitio, una de las cuales es afectada, en grado notable, por el material situado en una zona estrecha que se extiende lateralmente desde la pared del agujero de barreno a una corta distancia dentro del material circundante. La otra medida de resistividad es afectada en un grado menor por material situado en dicha zona estrecha y en un grado mayor por material situado más allá de dicha zona.

Haciendo que el ancho de dicha zona estrecha sea de igual grado de magnitud que el grueso anticipado de la torta de lodo, la primera de dichas medidas de resistividad será afectada por la torta de lodo en un grado mayor que la otra. En vista de que la resistividad de la torta de lodo es generalmente diferente, y relativamente inferior a la resistividad de otras formaciones que rodean al agujero de barreno, las dos medidas de resistividad serán de valor relativamente bajo y diferirán, cuando haya presente una torta de lodo. Sin embargo, en regiones en que no se haya formado torta de lodo, tenderán a ser substancialmente iguales. Por lo tanto, se verá que el invento hace posible distinguir fácilmente las formaciones



30

198582

permeables, de las formaciones impermeables atravesadas por un pozo.

El invento se comprenderá mejor por medio de la siguiente descripción detallada de varias aplicaciones representativas del mismo, hecha conjuntamente con los dibujos anexos, en los cuales:

La Fig. 1 es un diagrama esquemático, en sección longitudinal parcialmente, que ilustra un aparato registrador de pozos característico construido de acuerdo con el invento, en posición en un agujero de barreno perforado en la tierra.

La Fig. 1A es una vista en elevación, parcialmente en sección, que muestra el conjunto de electrodo de la Fig. 1 en la posición cerrada con el soporte de electrodo fuera de contacto con la pared del agujero de barreno.

La Fig. 1B es una vista de la extremidad del aparato mostrado en la Fig. 1A.

La Fig. 1C es una vista en sección longitudinal de los medios empleados en el aparato de la Fig. 1 para enclavar los resortes de arco en el cuerpo y soltarlos subsiguientemente.

La Fig. 2 es un registro característico tal como podría obtenerse con el aparato registrador de pozos de la Fig. 1 en un agujero de barreno.

La Fig. 2A es otro ejemplo de un registro que ilustra el tipo de los resultados obtenidos cuando hay presentes efectos perturbadores opuestamente a formaciones impermeables.



198582

La Fig. 3 ilustra esquemáticamente otra forma del invento utilizando un conjunto de electrodo diferente y otra forma de medios para enclavar.

La Fig. 3A es una vista de la extremidad del aparato mostrado en la Fig. 3 con parte del soporte de electrodo desprendida para dejar ver la construcción del interior del mismo.

La Fig. 3B es una vista en detalle de los resortes de refuerzo para el soporte de electrodo.

La Fig. 3C es una vista, parcialmente en sección longitudinal, que ilustra otra forma de medios de enclavar y de soltar, que se usa con el aparato de la Fig. 3.

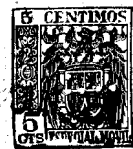
La Fig. 4 es un diagrama esquemático de otra modificación mostrada con el conjunto de electrodo montado en posición en un agujero de barreno.

Las Figs. 5 y 6 son vistas en elevación de formas modificadas de electrodos.

Las Figs. 5A y 6A son vistas amplificadas en sección tomadas a lo largo de las líneas 5A-5A y 6A-6A de las Figs. 5 y 6, respectivamente, y

La Fig. 7 ilustra esquemáticamente otra modificación en la cual las medidas de resistividad se hacen simultáneamente con una operación de calibración.

En la forma del aparato mostrado en la Fig. 1, el conjunto de electrodo comprende un soporte tubular 10 adaptado para hacerlo descender dentro de un agujero de barreno 11 suspendido de un



30

198582

cable de soporte 12 el cual puede subirse o bajarse en el pozo por medios adecuados (no ilustrados) situados en la superficie de la tierra. El agujero de barreno 11 generalmente contiene una columna de líquido 11' más o menos conductivo.

En el soporte tubular 10 se monta un conjunto de jaula de resortes 13 que comprende una pluralidad de resortes de arco 14 y 15 cuyas extremidades opuestas pueden asegurarse rígidamente a un par de anillos 16 y 17, respectivamente, montados en el miembro tubular 10 deslizándose en el mismo. Los resortes 14 y 15 tienen una forma tal que las porciones intermedias de los mismos son impulsadas continuamente hacia la pared del agujero de barreno. Pueden proveerse medios de retén o de tope 18 y 19 en el miembro tubular 10 para limitar el movimiento longitudinal del conjunto de jaula de resortes 13 con respecto al miembro tubular 10.

El resorte de arco 14 lleva un miembro de cojín 20 que toca la pared, hecho de material aislante flexible adecuado, por ejemplo, caucho. En la pared lateral de cojín 20 se forman las cavidades 21, 22 y 23 en las cuales se alojan los electrodos A, M y M', respectivamente. Preferiblemente, los electrodos A, M y M' descansan debajo de la superficie del cojín 20 de manera que queden espaciados una corta distancia desde la pared del agujero de barreno cuando se dispone el aparato en el pozo, según se muestra en la Fig. 1, efectuándose comunicación eléctrica entre los varios electrodos y la formación adyacente



198582

por medio de líquido de agujero de barreno atrapado en las cavidades 21, 22 y 23. Con esta construcción se impide el roce de los electrodos contra la pared del agujero de barreno, de manera que se evitan los potenciales eléctricos que la acción de roce pudiera crear.

Para mantener los electrodos A, M y M' en relación fija, estrechamente espaciados con respecto a la pared del agujero de barreno 11, el resorte de arco 14 se provee de una porción recta intermedia 24 a la cual se asegura un miembro de refuerzo rígido y recto 25. En virtud de esta construcción, los electrodos A, M y M' se mantienen siempre en relación correcta con la pared del agujero de barreno 11 a medida que los resortes de arco 14 y 15 se ensanchan y se contraen con las variaciones en el tamaño del agujero de barreno. El resorte de arco 15 también puede proveerse de un cojín flexible 20' hecho de caucho, o de otro material adecuado, para facilitar el movimiento del conjunto de jaula de resortes 13 en el agujero de barreno 11.

El cojín 20 puede concebirse además de manera que no solamente sea recto y rígido longitudinalmente, sino que también sea redondo y flexible en una dirección radial, según se muestra en la Fig. 1B. Con esta construcción, el cojín 20 ejercerá presión suficiente contra la pared del agujero, para todos los diámetros del agujero de barreno que estén en una extensión determinada, para extraer el fluido del agujero de barreno de entre el cojín 20 y la pared, de manera que el efecto derivador



198582

de cualquier película de fluido remanente en las medidas de resistividad, sea insignificante.

Para facilitar el descenso del aparato en agujeros de barreno de pequeño diámetro, es conveniente proveer medios para trabar uno de los anillos de jaula de resortes, por ejemplo, el anillo 17, en el miembro tubular 10 en una posición lo bastante distante del otro anillo 16, de modo que los cojines 20 y 20' no toquen la pared del agujero de barreno 11. En la Fig. 10 se muestra un dispositivo de traba característico para este fin, y comprende un tapón de metal 26, asegurado por rosca, o de otra manera, en el fondo del miembro tubular 10 y con una cámara de pólvora 27 provista allí, que comunique con una abertura 28 dentro de la cual se pone un proyectil romo 29 adaptado para este fin.

Cuando el aparato está en la superficie de la tierra, el anillo inferior 17 se empuja hacia abajo hasta que los cojines 20 y 20' se hayan movido hacia adentro en el grado deseado. Entonces se puede trabar el anillo 17 en esta posición por medio de una tira de metal 30 la cual puede asegurarse al anillo 17 con tornillos 31, por ejemplo. La tira de metal pasa alrededor del tapón 26 y se sostiene apretadamente en una ranura 30' allí, para así retener el proyectil romo 29 dentro de la cámara 28, según se muestra en la Fig. 10.

La carga en la cámara 27 puede encenderse en cualquier forma que se desee, por ejemplo por medio del encendedor 32 a tierra con el tapón 26 en 33 y con su otro extremo conectado a un cable



198582

conductor 34. El cable 34 pasa a través de material aislante adecuado 35 en el tapón 26 yendo a un contacto 37 en un relai 38.

El relai 38 puede ser del tipo de un contacto amovible 39 que normalmente toca al contacto fijo 37 y el cual está conectado en serie con el arrollamiento del relai, con un conductor 40. El conductor 40 se prolonga a través del cable de soporte 12 (Fig. 1) hasta la superficie de la tierra donde es conectado en serie con un indicador de corriente 41 adecuado, una resistencia variable 42, un interruptor 52, una fuente de energía eléctrica 43 y un conductor 44 hasta un electrodo de tierra B que puede ser formado en el cable de soporte 12 a una distancia relativamente grande desde el electrodo A.

El electrodo A es conectado por un conductor 45 (Figs. 1 y 1C) con otro contacto 46 en el relai 38. Los electrodos M' y M (los cuales son electrodos medidores de potencial) están conectados uno con otro por los conductores 47 y 48, respectivamente, por medio de un instrumento registrador de potencial de alta impedancia 49, de tipo corriente, situado en la superficie de la tierra. El electrodo M' también está conectado por medio del conductor 47 a un segundo instrumento registrador de potencial de alta impedancia 50, estando el otro borne del mismo a tierra en el punto 51 en la superficie de la tierra.

Se entenderá que los electrodos A, M y M' constituyen un sistema medidor de resistividad de tres electrodos, semejante



19 85 82

a los tipos que se han empleado hasta ahora. Así, el registro anotado por el instrumento 49 es un registro representativo de la resistividad eléctrica de la tierra, medida por un sistema de tres electrodos con un espaciamento de electrodos igual a la distancia entre el electrodo A y el punto medio entre los electrodos M y M' debajo del cojín 20. En vista de que los electrodos están aislados substancialmente de la columna de lodo del agujero de barreno, se obtienen medidas de resistividad substancialmente "hemisféricas" más bien que "esféricas". Además, el espaciamento de los electrodos se hace muy pequeño, es decir, de una vez a varias veces el grosor de la torta de lodo de manera que el registro hecho por el instrumento registrador 49 acusará variaciones en la resistividad aparente resultante de cualquier torta de lodo que pueda existir en la pared del agujero. La práctica ha demostrado que el espesor de la torta de lodo enfrente de formaciones permeables generalmente es de la magnitud de una fracción de una pulgada. Se ha hallado que los siguientes espacios o separaciones son satisfactorios en el terreno: A-M = 1 pulgada, A-M' = 2 pulgadas.

Los electrodos A y M' constituyen un sistema medidor de resistividad de dos electrodos, semejante a los tipos que se han empleado hasta ahora, y el registro provisto por el instrumento registrador 50 es representativo de la resistividad eléctrica de las formaciones, según medida tomada por un sistema



198582

de dos electrodos que tenga una separación de electrodos igual a la distancia entre los electrodos A y M' debajo del cojín 20. Es bien sabido que un sistema de tres electrodos tiene una profundidad de investigación lateral más corta que un sistema de dos electrodos que tenga la misma separación de electrodos. Por lo tanto, para la separación de dos pulgadas sugerida antes, el registro producido por el sistema de dos electrodos acusará la resistividad de cualquier torta de lodo que pueda formarse, en grado menor que el registro obtenido por el instrumento registrado 49, y será afectado más por la resistividad de la formación detrás de la torta de lodo.

En funcionamiento, el conjunto de jaula de resortes 13 se hace descender dentro del agujero de barreno 11 en la posición trabada, según se muestra en la Fig. 1A. Cuando se ha alcanzado el nivel deseado para empezar la operación de registro, el interruptor 52 en la superficie de la tierra se cierra de manera que la energía eléctrica de la fuente 43 llegue al encendedor 32 (Fig. 1C). Esto hace explotar la carga en la cámara 27, lanzando el proyectil 29 y rompiendo la tira de metal 30. El anillo 17 queda libre entonces para moverse hacia arriba hasta que los miembros de cojín 20 y 20' toquen la pared del agujero de barreno 11, según se muestra en la Fig. 1. El proyectil 29 debe hacerse, preferiblemente, de material ductil que no intervenga con las operaciones de perforación subsiguientes.



198582

Simultáneamente, la interrupción de la corriente a través del relai 38 hace que su contacto móvil 39 desconecte el contacto 37 y que en lo sucesivo permanezca continuamente en contacto con el contacto 46, de manera que la energía eléctrica llegue a los electrodos A y B y fluya la corriente desde el electrodo A a las formaciones circundantes. El flujo de la corriente a la formación desde el electrodo A produce una diferencia de potencial entre los electrodos M y M', que es una función de la resistividad de la formación en una zona cercana a la pared del agujero de barreno ll donde puede esperarse que haya presente una torta de lodo enfrente de las formaciones permeables. Por otra parte, la diferencia de potencial entre el electrodo M' y la tierra o masa 51 en la superficie de la tierra es una función de la resistividad del material a una distancia lateral mayor desde el electrodo A. Esa diferencia de potencial, por lo tanto, es menos afectada por cualquier torta de lodo que pueda haber presente en la pared del agujero de barreno.

La práctica demuestra que la torta de lodo que se forma enfrente de las formaciones permeables, generalmente tiene una resistividad menor que la de una zona de extensión lateral en la formación detrás de la torta de lodo que ha sido afectada por el filtrado del lodo de perforación, y una resistividad ligeramente más alta que el lodo propiamente dicho. Ocurre buen contraste entre resistividades entre la torta de lodo y



198582

la formación en aquellos estratos geológicos que contienen formaciones duras, tales como la piedra caliza. El rasgo importante en cada caso es que la resistividad de la torta de lodo sea diferente del material detrás del mismo. Por medio de tales contrastes de resistividad, puede determinarse fácilmente la presencia o ausencia de una torta de lodo, comparando los registros obtenidos por los instrumentos registradores 49 y 50, y por consiguiente, se indica la presencia o ausencia de estratos permeables.

Si las sensibilidades de los dispositivos registradores 49 y 50 se ajustan de manera que los registros producidos por los mismos tengan la misma amplitud cuando las resistividades medidas en el agujero son las mismas, y están superpuestas, se obtendrá un registro compuesto del tipo mostrado en el Fig. 2 en el cual las ordenadas representan la profundidad del agujero de barreno en pies y las abscisas representan la resistividad de las formaciones en ohm-metros. En la Fig. 2, los dos registros son idénticos en la extensión de 7,050-7,100 pies. Los registros son idénticos también entre 7,130 y 7,200 pies y entre 7,225 y 7,250 pies. La identidad de los dos registros en estas regiones indica que las dos medidas de resistividad son las mismas y que hay presente una cantidad de torta de lodo insignificante. Por consiguiente, los registros proveen indicios claros de que las formaciones en estos niveles son impermeables.



198582

Por otra parte, entre 7,100 y 7,130 pies y entre 7,200 y 7,225 pies, el registro L49 (hecho con el dispositivo registrador 49) indica una resistividad más baja que el registro L50 (hecho con el dispositivo registrador 50). En vista de que el registro L49 es una función de la resistividad de las formaciones en una zona muy cercana al electrodo A, mientras que el registro L50 es una función de la resistividad de las formaciones situadas a una distancia mayor desde el electrodo A, la discrepancia entre los dos registros L49 y L50, proporciona un indicio claro de que las formaciones entre estos dos niveles están cubiertas por una torta de lodo y por lo tanto son permeables.

En la práctica, se ha hallado que las curvas algunas veces se separan enfrente de formaciones impermeables, pero el orden de los valores de resistividad aparente es invertido en comparación con las curvas obtenidas enfrente de formaciones permeables. Tal estado se ilustra en la Fig. 2A. Las formaciones permeables son identificadas, sin embargo, como en la Fig. 2, por los valores bajos de las indicaciones de resistividad para la separación más corta, acusadas por la curva L49', en comparación con la curva de separación L50' más larga.

En la Fig. 2A, una zona permeable gruesa queda claramente indicada entre las profundidades de 8583 a 8598 pies por la diferencia en y la naturaleza de las indicaciones de resistividad de las curvas L49' y L50'. En la sección debajo de 8619' pies,



198582

la curva L49' de la separación de electrodo más corta es más alta en valor en comparación con la curva L50' de la separación de electrodo más larga, y esta sección se sabe que es impermeable. Las otras partes del registro muestran la presencia de vetas permeables donde la curva L49' tiene grados mínimos debajo de la curva L50'.

La situación sobre la sección impermeable podría deberse al uso de un cojín de area limitada con respecto a los espacios entre los electrodos, conjuntamente con la presencia de una capa de lodo remanente entre el cojín y la formación. Esto proveería un efecto derivativo que afectaría la indicación de resistividad aparente para la distancia más larga en un grado mayor en comparación con la distancia más corta, pero no obstante puede hacerse una distinción entre las formaciones permeables e impermeables. Si fuese necesario, no obstante la práctica demuestra que el tipo de registro de la Fig. 2 puede obtenerse poniendo cuidado en la construcción y el uso del aparato.

Existe otra distinción notable la cual es de uso diagnóstico al determinar las formaciones permeables. Según se ilustra en la Fig. 2 y 2A las indicaciones de resistividad obtenidas enfrente de formaciones permeables tienen un contorno apreciablemente más suave que las indicaciones de resistividad enfrente de formaciones impermeables debido a la presencia de una torta de lodo sustancial, que es de composición más uniforme que la formación geológica.



198582

En la aplicación mostrada en la Fig. 3, dos medidas de resistividad simultáneas son obtenidas por dos pares de electrodos potenciales M, N, M', N', estando los electrodos M, N conectados con el instrumento registrador de potencial 49 por medio de los conductores de cable 47 y 48, estando los electrodos M', N' conectados con el instrumento registrador de potencial 50 por medio de los conductores 53 y 54. Los sistemas de tres electrodos son preferibles a los sistemas de dos electrodos para investigar tortas de lodo delgadas. En un caso característico, las separaciones de electrodos A-M, M-N, M'-N' (Fig. 3) pueden ser de la magnitud de un cuarto de una pulgada, por ejemplo, siendo la separación entre los electrodos N-M' de más o menos media pulgada, por ejemplo.

La Fig. 3 ilustra también una construcción modificada de jaula de resortes y también una forma alternativa de dispositivo de traba que puede emplearse de conformidad con el invento. Según se ilustra, la jaula de resortes 55 comprende un par de resortes de arco 56 y 57 los cuales están montados pivotalmente en sus extremidades superiores 58 y 59 en el anillo 16. El anillo está asegurado rígidamente en el miembro tubular 10, por los tornillos 76, por ejemplo. Las extremidades inferiores de los resortes 56 y 55 están montados pivotalmente en 60 y 61 en el anillo inferior 17. El resorte de arco 56 está provisto de una porción recta deprimida hacia adentro 62 intermedio de sus extremos a la cual se asegura un miembro de



198582

refuerzo 63 rígido. Los electrodos A, M, N, M', N' están alojados en cavidades 64, 65, 66, 67 y 68, formados en un miembro de cojín 69, hecho de material aislante flexible, tal como caucho, por ejemplo, de modo que exista un espacio estrecho entre cada electrodo y la pared del agujero de barreno cuando esté en la posición mostrada en la Fig. 3.

El resorte de arco 57 también puede proveerse de un miembro de cojín 77 para facilitar el movimiento del aparato en un pozo.

Alojados en el miembro de cojín 68 hay una pluralidad de resortes flexibles fuertes 70, 71, 72, 73, 74, y 75 que se pueden asegurar en sus extremidades opuestas al resorte de arco 56, en cualquier forma adecuada, por ejemplo soldándolos. Estos resortes tienden a hacer que el miembro de cojín 68 se enderece a lo largo de una línea transversal, de manera que permanezca en contacto con la pared del agujero de barreno aunque el diámetro del agujero de barreno varíe, como sucede cuando se use el aparato en agujeros de barreno de diámetros diferentes, por ejemplo.

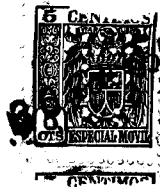
Para mantener los miembros de cojín 68 y 77 sin que toquen la pared del agujero de barreno cuando se hace descender el aparato por dicho agujero el anillo inferior 17 se adapta para tirar del mismo hacia abajo y trabarlo en el miembro tubular 10 por medio del dispositivo de traba mostrado en la Fig. 3C. En la Fig. 3C, el anillo inferior 17 está provisto de dientes internos 78 que están adaptados para correr en una ranura



198582

longitudinal 78' en el miembro 10, dispuestos para enganchar en un trinquete o una 79 montado pivotalmente en 80 dentro del miembro tubular 10, Hay asegurado en el trinquete 79 un muelle corriente 81 que sirve para mantener normalmente el trinquete 79 desenganchado de los dientes internos 78. En el punto 80 también hay montado en pivote un brazo de leva 82 que acciona un miembro de leva 83 montado en un vástago 84 el cual está dispuesto para ser movido por un solenoide 85 asegurado en el interior del miembro tubular 10. El brazo de leva 82 tiene un muelle corriente 86 que hace contacto con el trinquete 79 empujando este último para que enganche en los dientes internos 78.

Normalmente el miembro de leva 83 se mantiene en su posición más elevada, mostrada por las líneas de puntos en la Fig. 30 por medio de un resorte de compresión 87. El solenoide 85 puede excitarse desde la superficie de la tierra en cualquier forma adecuada. Por ejemplo, uno de sus bornes puede ponerse a tierra con el miembro tubular 10 en el punto 88 y su otro borne puede conectarse por medio de un conductor 89 con un contacto fijo 90 de un interruptor 91 que tenga un contacto móvil 92 (Fig. 3). El contacto móvil 92 puede conectarse en serie con el instrumento medidor de corriente 41 y el otro contacto fijo 93 puede conectarse al conductor 40 que va al electrodo A en el agujero de barreno 11. Esta construcción indica claramente que la fuente de abasto de energía eléctrica puede conectarse con el solenoide 85 o con el electrodo A, manipulando el interruptor 91.



198582

Antes de que se haga descender el aparato mostrado en la Fig. 3 en el pozo, se tira del anillo inferior 17 hacia abajo a una distancia suficiente para asegurarse de que los cojines 69 y 77 no toquen la pared del agujero de barreno y el contacto de interruptor 92 se mueve para que haga conexión con el contacto 90 (Fig. 3). En esta forma se excita el solenoide 85 lo cual hace mover el miembro de leva 83 hacia abajo que empuja el brazo 82 hacia la derecha a la posición en que aparece la leva de líneas enteras en la Fig. 3C. De esta manera el trinquete 79 engancha en los dientes internos 78, quedando así el anillo inferior 17 trabado en el miembro tubular 10.

Entonces el conjunto de jaula de resortes 55 se hace descender dentro del pozo, y cuando se ha alcanzado la profundidad deseada, el contacto móvil 92 del interruptor (Fig. 3) se desconecta del contacto fijo 90 y se conecta con el contacto 93. Así se desexcita el solenoide 85 lo cual suelta el trinquete 79, de manera que el anillo 17 puede moverse hacia arriba hasta que los cojines 69 y 77 se ponen en contacto con la pared del agujero de barreno. Al mismo tiempo la fuente de energía eléctrica 43 se conecta con el electrodo A de modo que se puedan obtener registros de resistividad cuando se sube el aparato en el pozo.

Una de las ventajas que ofrece el dispositivo de traba mostrado en la Fig. 3C es que permite trabar el anillo 17 en el miembro tubular 10 después de que solamente una porción del



198582

agujero de barreno haya sido registrado. Así, después de completar la porción deseada del registro, se manipula el interruptor 91 (Fig. 3) para poner el contacto móvil 92 en conexión con el contacto 90, excitando el solenoide 85 y enganchando el trinquete 79 en los dientes internos 78 (Fig. 3C). Cuando se sube el conjunto de resortes 55 en el agujero de barreno, el anillo 17 quedará trabado en una posición correspondiente al diámetro más pequeño del agujero de barreno encontrado puesto que puede deslizarse hacia abajo aunque el trinquete 79 este en la posición trabada. Por consiguiente, el dispositivo puede sacarse de un agujero a mayor velocidad con menos desgaste de los cojines 69 y 77.

En las aplicaciones mostradas en las Figs. 1 y 3, hay una remota posibilidad de que el aislamiento entre los conductores en el cable pueda disminuir dejando que una porción de la corriente destinada para el electrodo A penetre en los circuitos medidores de resistividad, causando así indicaciones erróneas. Para eliminar esta posibilidad, la fuente de corriente puede operar con una frecuencia y los potenciales recibidos por los electrodos de potenciales pueden ser convertidos en frecuencias diferentes antes de la transmisión a los aparatos indicadores en la superficie, según se muestra en la Fig. 4.

En la Fig. 4, los electrodos emisores de corriente A y B, poco separados uno del otro, alojados en el cojín 69 están conectados por los conductores 116 y 117 con el arrollamiento



198582

secundario 94 del transformador 95, cuyo arrollamiento primario 96 está conectado por los conductores 97 y 98 en el cable 12 con una fuente de corriente alterna 99 de frecuencia adecuada, por ejemplo, 400 períodos por segundo, situada en la superficie de la tierra.

La diferencia de potencial entre el electrodo M y un electrodo de referencia N montado en el cable a una distancia considerable de aquel es aplicada a los bornes de entrada de un rectificador amplificador 100 corriente que amplifica el potencial de C.A. recogido y lo convierte en corriente continua. La corriente continua que sale del amplificador 100 es transmitida por los conductores 101 y 102 en el cable 12 a un instrumento registrador adecuado 103 en la superficie de la tierra, interponiendo un filtro de paso bajo 104, si se desea, para eliminar la C.A.

Semejantemente, el potencial de C.A. recogido entre el electrodo M' y el electrodo de referencia N' es aplicada a los bornes de entrada de otro rectificador amplificador 105 corriente, y la C.C. que sale del mismo es transmitida por los conductores 106 y 107 al instrumento registrador de C.C. 108 de tipo corriente en la superficie de la tierra. Si se desea o si se necesita, puede interponerse un filtro de paso bajo de tipo corriente 109 entre el instrumento 108 y los conductores 106 y 107 para impedir que la C.A. entre en el instrumento 108. El método de funcionamiento de esta forma de aplicación puede verse claramente



198582

al observar las otras varias formas del invento que se han descrito antes.

Se entenderá que los amplificadores 100 y 105 deben tener substancialmente las mismas características de temperatura. Evidentemente, podrán emplearse moduladores amplificadores en lugar de los rectificadores amplificadores 100 y 105 en el caso de que se desee convertir los potenciales recogidos en senales de frecuencia de corriente alterna diferentes de 400 períodos por segundo.

Si se desea, cualquiera de los dispositivos de registro descritos antes podrá combinarse con un dispositivo de calibración de agujero de barreno para obtener indicaciones de variaciones en el diámetro del agujero de barreno simultáneamente con las medidas de resistividad. Así tenemos que, por ejemplo, en la Fig. 7 se muestra un dispositivo de registro del tipo mostrado en la Fig. 1 combinado con un calibrador de agujero de barreno del tipo empleado hoy día en muchos campos petroleros.

En la Fig. 7, las extremidades inferiores de los resortes de arco 14 y 15 están aseguradas a un miembro de conexión 110 que lleva un miembro o vástago 111 hecho de material magnético adecuado. Este vástago 111 penetra en una abertura 114 en el fondo del miembro tubular 10 y está adaptado para modificar el acoplamiento entre dos arrollamientos acoplados inductivamente (no se ilustran), uno de los cuales es excitado por una fuente de corriente alterna 112 situada en la superficie de la tierra y el otro de los



1951

198582

cuales se conecta a un dispositivo registrador 113 adecuado, situado también en la superficie de la tierra. El registro hecho por el dispositivo registrador 113 es, por lo tanto, una función del diámetro del agujero de barreno 11.

Preferiblemente, las dos medidas de resistividad registradas por los dispositivos 49 y 50 y las medidas del diámetro del agujero de barreno indicadas por el dispositivo registrador 113, se registran en el mismo registro. Por tanto, será claro que si el cojín 20 pasase por un ensanchamiento o derrumbe en el agujero de barreno de diámetro tal que el cojín no fuese oprimido contra la pared del agujero, el registro indicará o acusará esto. Entonces se sabría que las indicaciones de resistividad derivadas de medidas de potencial hechas con los electrodos M y M' en aquel nivel, serán alteradas por la resistividad del lodo de perforación. Esta combinación es sumamente conveniente en vista de que permite que los registros de resistividad estén en correlación exacta con el registro calibrador, objeto este que es muy difícil de lograr cuando los registros de resistividad y el registro calibrador se hacen en etapas separadas en el pozo.

En ciertos casos, el lodo usado en el agujero de barreno no forma una torta de lodo gruesa pero tiene el propósito de formar una capa protectora delgada, sobre formaciones permeables para impedir la entrada de fluido de agujero de barreno en las mismas. Para obtener indicaciones de tortas de lodo muy delgadas de este tipo, de acuerdo con el invento, las separaciones o



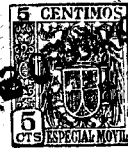
198582

espacios entre los varios electrodos deben hacerse sumamente pequeñas. En tal caso, si se empleásen electrodos circulares pequeños, según se muestra en las Figs. 1, 3 y 4, su resistencia podría ser tan alta que afectase a las medidas adversamente. Por lo tanto, en tales aplicaciones puedan emplearse electrodos de los tipos mostrados en las Figs. 5, 5A, 6 y 6A.

En la Fig. 5, tres electrodos delgados A, M y M', en forma de hojas, se alojan en el cojín flexible 20. Según se indica en mayor detalle en la Fig. 5A, los tres electrodos se disponen preferiblemente, debajo de la pared del cojín 20 de modo que no rocen la pared del agujero mientras se toman las medidas.

Es posible lograr el mismo resultado con electrodos circulares A, M, M' hechos de material delgado tal como alambre, por ejemplo, y alojados en cavidades en el cojín 20, según se muestra en mayor detalle en la Fig. 6A.

Por la descripción anterior se comprenderá que el invento proporciona un método y aparato nuevos y altamente eficaces para determinar si en las formaciones situadas a profundidades diferentes en un pozo hay presente una torta de lodo, o no. Tomando medidas de resistividad sumamente localizadas en dos profundidades laterales de investigación que son escogidas adecuadamente para proveer medidas que sean afectadas en grados diferentes por cualquiera torta de lodo que pueda haber presente, se podrá determinar fácilmente la presencia o ausencia de torta de lodo, de manera que se puedan distinguir con facilidad las formaciones



198582

permeables e impermeables. En realidad, los valores de resistividad simultaneos obtenidos para los diferentes espacios o separaciones pueden disponerse para ser comparados automáticamente, si se desea, en vez de hacerlo por medio de un exámen visual de las anotaciones.

Se entenderá que los cojines auxiliares 20' en las Figs. 1 y 7, y 77 en las Figs. 3 y 4 podrán adaptarse también para usar otras disposiciones de electrodo tales como, por ejemplo, un electrodo comprimido contra la pared del agujero de barreno para medir potenciales espontaneos.

Cuando en cualquiera de las reivindicaciones a continuación se hace referencia a la conversión de una diferencia de potencial de una frecuencia a una señal de frecuencia diferente, esto incluye la conversión de corriente continua en corriente alterna y la conversión de corriente alterna en corriente continua o en corriente alterna de frecuencia diferente.

En la aplicación mostrada en las Figs. 1A, 1B y 1C podrá emplearse cualquier otro mecanismo adecuado en lugar del relai 38 para dar fuego al encendedor 32. Por ejemplo, podrá emplearse un relai amortiguador de tiempo demorado del tipo corriente utilizado para hacer explotar las cargas de pistola de perforación, para este fin. Alternativamente, el conductor 40 podria conectarse directamente con el electrodo A y conectarse el encendedor 32 con la fuente de energía eléctrica 43 por medio de un circuito separado como el empleado para el solenoide 85 en la



198582

Fig. 3C, por ejemplo. En tal caso no será necesario proveer interruptor de relai.

Evidentemente, las varias aplicaciones características descritas antes son susceptibles de numerosas modificaciones en forma y en detalle dentro del espíritu del invento. Por ejemplo, puede emplearse cualquier fuente de energía eléctrica adecuada, como corriente continua, corriente alterna o corriente continua pulsante, por ejemplo, siempre que se empleen medios indicadores apropiados, según es bien conocido en el arte. Además, puede usarse indistintamente cualquier forma de conjunto de jaula o de dispositivo de traba con cualesquiera tres de los circuitos de registro específicos revelados. También se pueden emplear cualesquier otros circuitos eléctricos adecuados para obtener las dos medidas de resistividad de acuerdo con el invento. Por lo tanto, las aplicaciones específicas relatadas en esta memoria no deben considerarse como imposición de cualesquiera restricciones en absoluto en el campo de acción o aplicación de las reivindicaciones a continuación.

**MALA REPRODUCCION
POR DEFECTO DEL ORIGINAL**



198582

- N O T A -

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

1º.- Un método de investigar formaciones terrestres atravesadas por una parte no revestida de un agujero de sondeo que ha sido tratado con una columna de líquido que contiene un sólido finamente dividido en suspensión formando con ello una torta de lodo sobre la pared del agujero de sondeo frente a formaciones terrestres del tipo permeable, siendo dicha torta de lodo de diferente resistividad eléctrica que las formaciones terrestres, comprendiendo dicho método las operaciones de obtener indicaciones de la resistividad eléctrica del material en una primera zona que se extiende lateralmente desde la pared del agujero de sondeo en un espesor que corresponde aproximadamente al espesor de dicha torta de lodo, y obtener indicaciones de la resistividad eléctrica del material en una segunda zona que se extiende lateralmente desde la pared del agujero de sondeo en un espesor sustancialmente mayor que la de dicha primera zona, con lo cual la ausencia y la presencia de dicha torta de lodo sobre la pared del agujero de sondeo puede ser determinada por comparación de las indicaciones de resistividad eléctrica obtenidas.-



198582

2º.- El método de investigar formaciones terres tres según se define en el punto 1º, que comprende la operación de obtener indicaciones de variaciones en el diámetro del agujero de sondeo, obteniéndose simultáneamente como fun ciones de la profundidad del agujero de sondeo las indica- ciones de resistividad eléctrica del material en la primera y segunda zonas y las indicaciones de variaciones en el diá- metro del agujero de sondeo.-

3º.- El método de investigar formaciones te- rrestres según se define en el punto 2º que comprende la operación de comparar los valores de la resistividad obte- nidos para la primera zona con los obtenidos para la segunda zona para diámetros del agujero de sondeo dentro de una escala dada.-

4º.- Un aparato para investigar formaciones te- rrestres atravesadas por un agujero de sondeo que comprende un soporte alargado destinado a descender longitudinal- mente dentro del agujero de sondeo, un miembro amortigua- dor dispuesto en dicho soporte, medios destinados a empujar una cara de dicho miembro amortiguador a aplicación con la pared del agujero de sondeo, al menos tres electrodos peque- ños, muy juntos, empotrados en dicha cara de dicho miembro amortiguador y destinados a hacer conexión eléctrica con la pared del agujero de sondeo cuando dicha cara de dicho amor- tiguador es empujada a aplicación con la pared del agujero de sondeo, estando dichos electrodos dispuestos de modo que un electrodo esté más cerca de otro electrodo que de un ter- cer electrodo, medios para conectar una fuente de corriente



198582

eléctrica entre dicho electrodo y un primer punto de referencia, medios para dar indicaciones de la diferencia de potencial entre dicho otro electrodo y un segundo punto de referencia, y medios para dar indicaciones de la diferencia de potencial entre dicho tercer electrodo y un tercer punto de referencia, estando dichos puntos de referencia de comunicación eléctrica con las formaciones terrestres.-

5º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en el punto 4º, en el cual los medios destinados a empujar una cara del miembro amortiguador a aplicación con la pared del agujero de sondeo son un primer elemento elástico arqueado alargado dispuesto longitudinalmente al soporte y llevado por dicho soporte, teniendo dicho soporte un segundo elemento elástico arqueado alargado dispuesto longitudinalmente al soporte de modo que apoye elásticamente contra la pared del agujero de sondeo en oposición a la fuerza aplicada al soporte por el primer elemento elástico arqueado, estando extremos opuestos del primero y segundo elementos elásticos arqueados asegurados entre sí en grupos, y siendo al menos un grupo de dichos extremos deslizable con respecto a dicho soporte es bajado dentro del agujero de sondeo.-

6º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en el punto 4º, en el cual la fuente de corriente eléctrica está destinada a suministrar corriente de una frecuencia, y que comprende medios para convertir a una frecuencia diferente cada una de las diferencias de potencial entre dicho otro electrodo y el segundo

198582



punto de referencia y entre dicho tercer electrodo y el tercer punto de referencia.-

7º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en el punto 5º, que comprende medios soportados por el soporte para bloquear en forma libre el primer y segundo elementos arqueados elásticos al soporte en una posición contraída de modo que el miembro amortiguador puede ser mantenido fuera de aplicación con la pared del agujero de sondeo mientras dicho aparato está siendo descendido dentro del agujero de sondeo.-

8º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en el punto 5º, en el cual el primer miembro elástico arqueado tiene una parte reforzada, deprimida hacia dentro, sustancialmente recta, para mantener el miembro amortiguador aplicado a la pared del agujero de sondeo.-

9º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en el punto 8º, que comprende una pluralidad de miembros metálicos alargados asegurados en extremos opuestos al primer miembro elástico arqueado y empotrados en el miembro amortiguador para ajustar la curvatura lateral del miembro amortiguador para acomodarlo a agujeros de sondeo de diámetro diferente.-

10º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en los puntos 5º, 8º y 9º, en el cual el primer y segundo miembros elásticos arqueados están dispuestos de modo que sus grupos de extremos sean móviles con relación uno a otro en respuesta a variaciones en el diámetro del agujero de sondeo, y que comprende medios que



198582

que responden al movimiento relativo entre dichos grupos de extremos para dar indicaciones de variaciones en el diámetro del agujero de sondeo.-

11º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en los puntos 4, 5º ó 6º, en el cual los electrodos son electrodos a modo de lámina paralelos y muy juntos.-

12º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en los puntos 4º, 5º ó 6º, en el cual los electrodos son electrodos anulares paralelos y muy juntos.-

13º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en los puntos 4º, 5º ó 6º, en el cual un cuarto electrodo muy junto está empotrado en la cara del miembro amortiguador para su uso como primer punto de referencia, y en el cual el segundo y tercer puntos de referencia están puestos a tierra.-

14º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en los puntos 4º, 5º ó 6º, en el cual están empotrados electrodos en el miembro amortiguador para su uso como segundo y tercer puntos de referencia, y en el cual el primer punto de referencia está puesto a tierra.-

15º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en los puntos 4º, 5º ó 6º, en el cual los puntos de referencia están puestos a tierra.-

16º.- Un aparato para investigar formaciones terrestres según se define en los puntos 4º, 5º ó 6º, en



198582

el cual el primero y tercer puntos de referencia están
puestos a tierra, y en el cual el segundo punto de refe-
rencia coincide con el tercer electrodo.-

17º.- Un método y aparato para investigar for-
maciones terrestres subterráneas.-

MADRID 30 JUN 1951

Alberto de Eizaburu

por Prensa
Alta

198582



FIG. I.

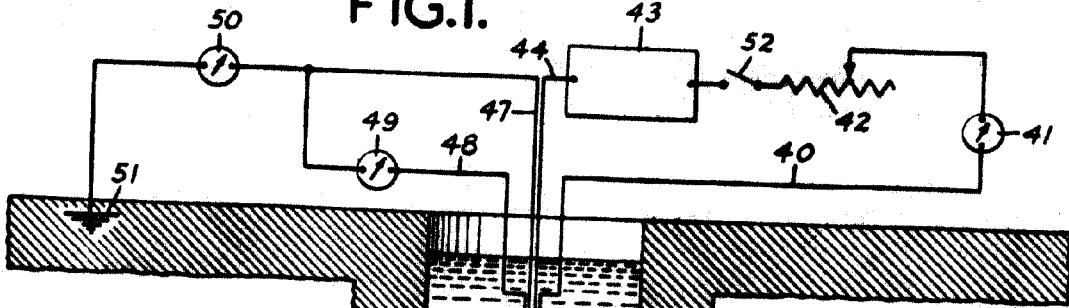


FIG. 5.

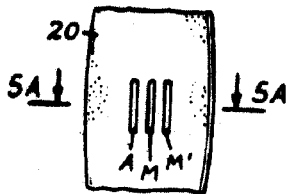


FIG. 6.

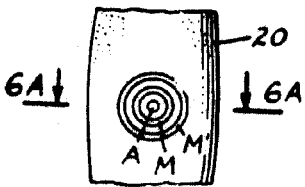


FIG. I.C.

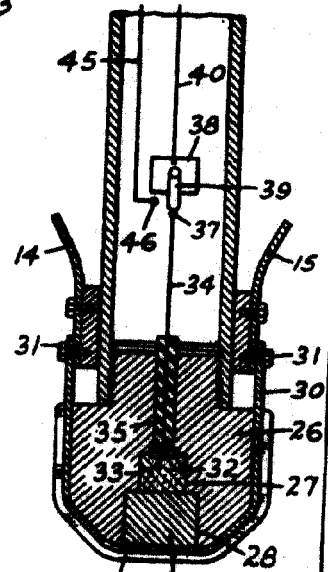
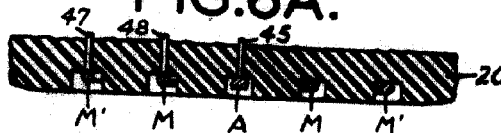


FIG. 5A.



FIG. 6A.



198582

Handwritten signature and text:
Schlumberger
Paris France
[Signature]

198582

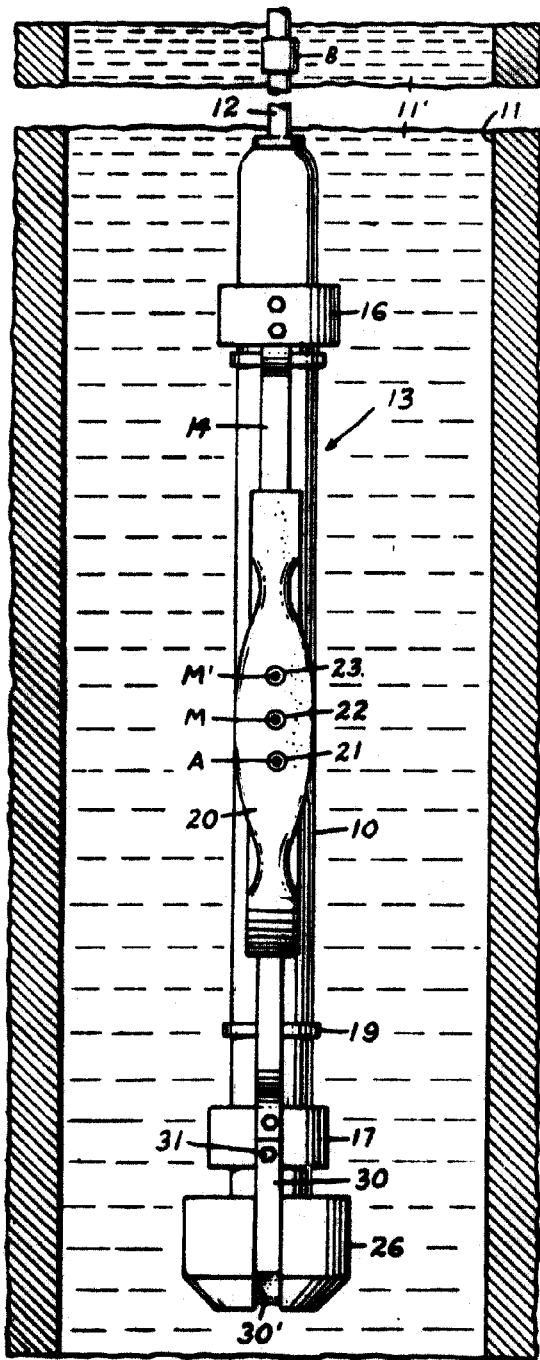


FIG. I.B.

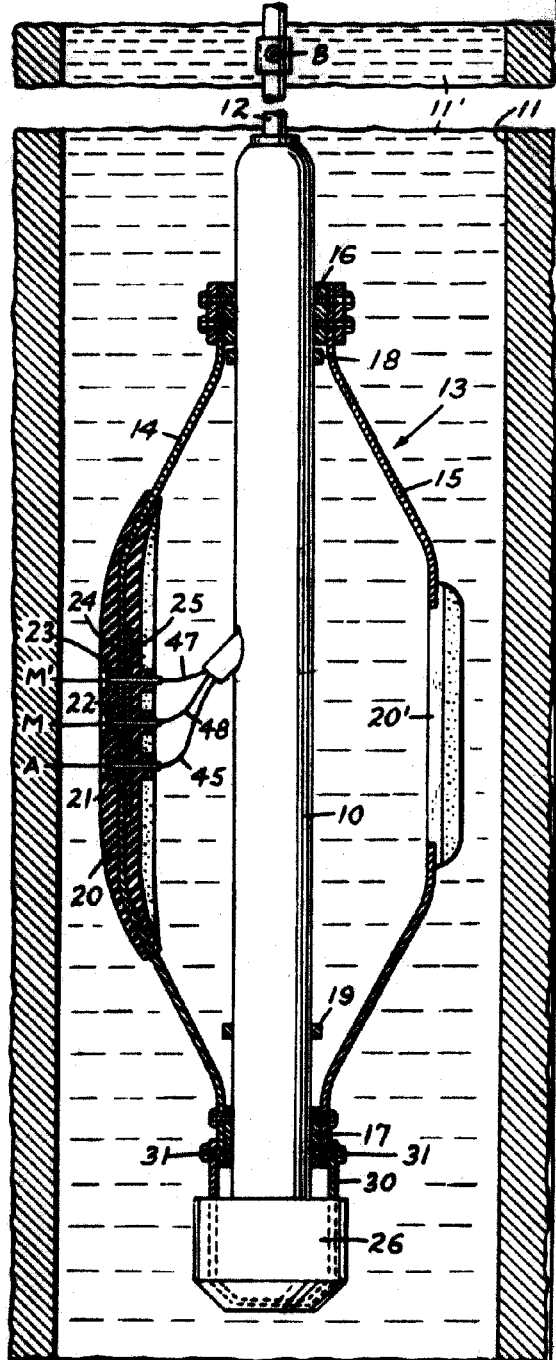


FIG. I.A.

Arta

P A

198582



FIG.2.

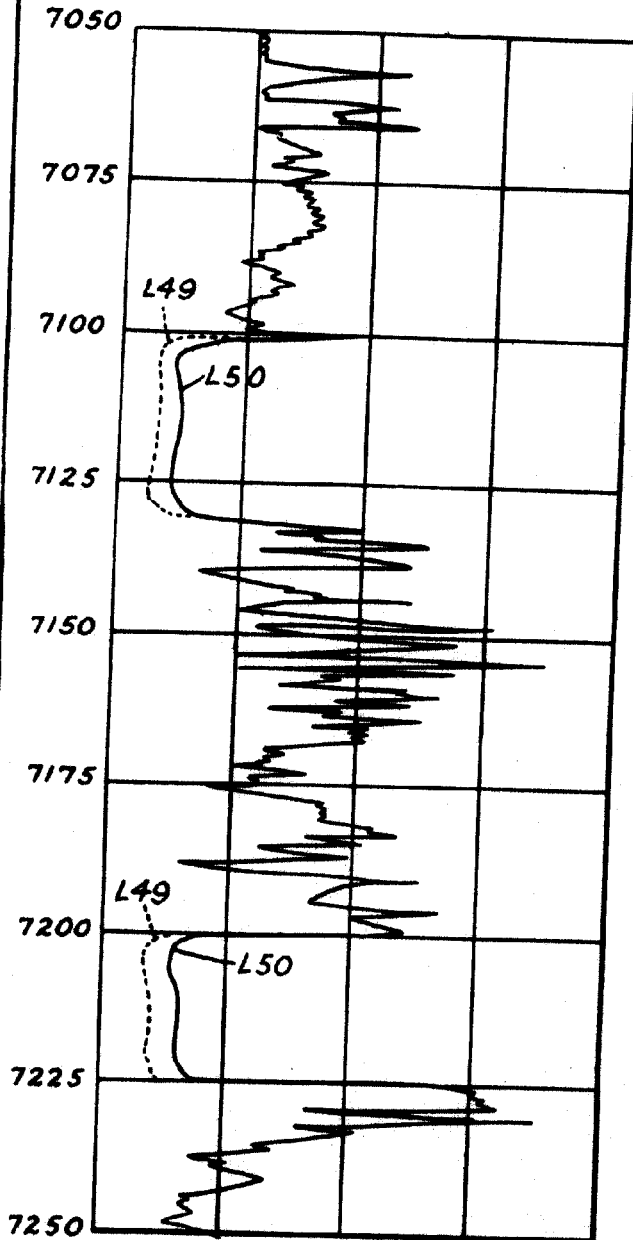
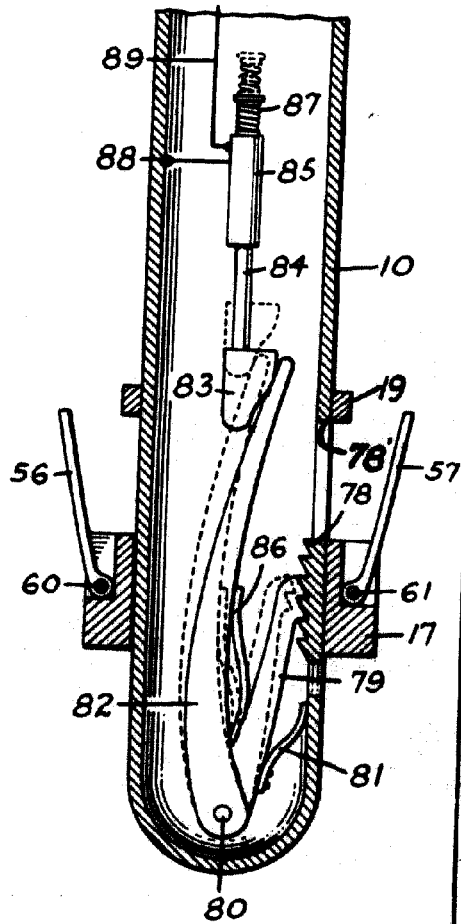


FIG.3C.



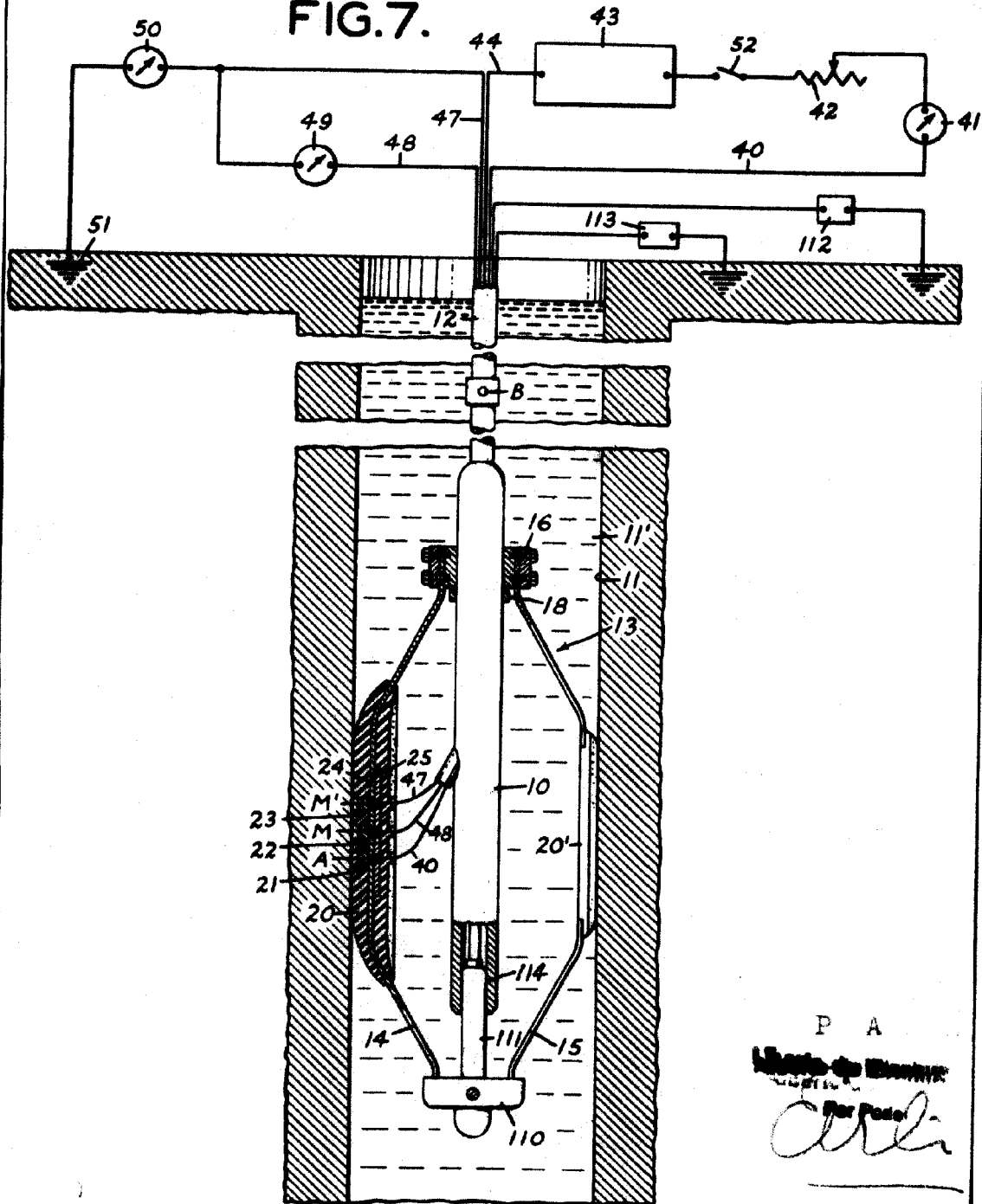
P A

Alfred de Eizberg
Por Poder

198582



FIG. 7.



P A
 Schlumberger
 Paris