



203837

suficiente desde la pared del barreno para asegurar que la porción de la senda que atraviesa el fluido del barreno, la torta de lodo y la zona invadida, si la hubiese, sea relativamente corta en comparación con la porción de la senda prolongada a través de material a una distancia relativamente grande desde la pared del barreno. Esto elimina substancialmente el efecto del fluido del barreno, de la torta de lodo, y del material relativamente cerca del barreno en las indicaciones de la resistividad de las formaciones que se observan. Como resultado de esto, los registros hechos marcando las variaciones de una diferencia de potencial escogida adecuadamente asociada con el flujo de corriente a través de las formaciones, representan las resistividades eléctricas de materiales ubicados en una distancia lateral relativamente grande desde la pared del barreno.

Sin embargo, también es conveniente obtener registros que representen las resistividades eléctricas de materiales relativamente cerca de la pared del barreno y de los cuales son eliminados substancialmente los efectos del fluido de barreno, de la torta de lodo y del material a una distancia relativamente grande desde el barreno. Tales registros serían útiles, por ejemplo, al obtener indicaciones que son representativas más exactamente de las resistividades de zonas en formaciones permeables que han sido invadidas por filtrado del fluido del barreno.



203837

Uno de los objetos del presente invento, por consiguiente, es proveer nuevos y perfeccionados métodos y aparatos de registro eléctrico capaces de producir registros que son representativos más exactamente de las resistividades de materiales en zonas relativamente cercanas a la pared de un
5 barreno que atraviesa formaciones terrestres.

Otro objeto del presente invento es proveer nuevos y perfeccionados métodos y aparatos de registro eléctrico de los cuales se pueden obtener registros que son representativos
10 más exactamente de las resistividades de zonas en formaciones permeables que han sido invadidas por filtrado de fluido de barreno.

Otro objeto del invento es proveer nuevos y perfeccionados métodos y aparatos de registro eléctrico que
15 producen registros de la resistividad eléctrica de materiales que rodean un barreno perforado en la tierra que no son afectados substancialmente por el fluido del barreno, la torta de lodo, y los materiales yacentes a una distancia relativamente grande desde la pared del barreno.

20 Estos objetos del invento, y otros se logran emitiendo corriente en el barreno desde un circuito de energía principal que comprende por lo menos dos electrodos de corriente principal cercanos, separados longitudinalmente, y utilizando campos eléctricos controlados o regulados establecidos
25 cidos en la vecindad de los electrodos principales para



JUN. 1952 - 3 JUN. 1952

203837

confinar el flujo de la corriente desde el último electrodo principal hasta una senda que va desde allí hasta dentro del barreno y generalmente perpendicular al mismo a través del fluido del barreno y la torta de lodo. El espacio o distancia
5 entre los electrodos de corriente principales se elige en tal forma que la corriente que pasa entre ese punto no fluirá a una profundidad lateral grande en las formaciones circundantes. Sin embargo, la porción de la senda de corriente que pasa a través del fluido del barreno y la torta de lodo
10 es aún relativamente corta en comparación con la senda de corriente total de modo que estos dos factores afectan las indicaciones de resistividad observadas solamente en un ligero grado. En consecuencia, los registros hechos registrando las variaciones de una diferencia de potencial adecuadamente
15 escogida asociada con dicho flujo de corriente, representan más cercanamente las resistividades eléctricas del material próximo a la pared del barreno.

El invento también tiene por objeto proveer medios adicionales para reducir la influencia del fluido del barreno y de la torta de lodo al mínimo, según se verá más adelante.
20

De acuerdo con otra aplicación del invento, se provee un sistema de registro eléctrico el cual engloba los rasgos noveles esbozados antes para producir registros de la resistividad eléctrica de materiales relativamente cercanos a la
25 pared del barreno, en combinación con medios para producir



203837

registros de la resistividad eléctrica de materiales situados a una distancia relativamente grande desde la pared del barreno.

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 representa esquemáticamente un sistema de registro eléctrico construido conforme con el invento en el cual una pluralidad de electrodos substancialmente apuntados son descendidos en el barreno para obtener indicaciones de las resistividades eléctricas de material en una zona relativamente cercana al barreno;

La Fig. 2 es una vista en sección longitudinal de un grupo de electrodos representativo que podría usarse en el sistema de registro eléctrico de la Fig. 1;

La Fig. 2A es una vista en corte transversal tomada a lo largo de la línea 2A-2A de la Fig. 2, mirando en la dirección de las flechas;

La Fig. 2B es una vista en elevación de uno de los cojines o zapatas de contacto con la pared, que comprende el grupo o conjunto de electrodos mostrado en la Fig. 2;

La Fig. 3 es un diagrama esquemático del equipo de la superficie para la modificación del sistema de registro eléctrico mostrado en la Fig. 1 el cual permite obtener indicaciones simultáneas de las resistividades eléctricas



JUN. 1958

203837

de material en zonas relativamente cerca y lejos, respectivamente, de la pared del barreno;

La Fig. 4 representa esquemáticamente aún otra modificación que se adapta para proveer indicaciones simultáneas de una pluralidad de valores de resistividad eléctrica;

La Fig. 5 es una vista parcial en elevación de otra forma de conjunto o grupo de electrodos que se adapta para reducir al mínimo la influencia del líquido de barreno sobre las indicaciones observadas;

La Fig. 6 es también una vista parcial en elevación de otra modificación del conjunto de electrodos mostrado en la Fig. 5; y

La Fig. 7 es un diagrama esquemático de aún otra forma de conjunto de electrodos en que se utilizan electrodos relativamente largos que se pueden emplear con los sistemas de registro eléctrico mostrados en las Figs. 1, 3 y 4.

La Fig. 1 muestra un barreno 10 que pasa a través de formaciones 11 y que contiene una columna de fluido de perforación conductor 12. En el barreno 10 hay dispuesta una colección o grupo de electrodos 13 que comprende una pluralidad de electrodos substancialmente apuntados, dispuestos longitudinalmente con espacio fijo relativo uno con otro. El grupo de electrodos 13 puede pasarse a través del barreno 10 en cualquiera forma ordinaria, por ejemplo, por medio del cable eléctrico corriente y malacate combinados (no



203837

ilustrados).

El grupo de electrodos 13 comprende una pluralidad de electrodos emisores de corriente principales A_0 , B_1 y B_2 , estando dispuestos los dos últimos electrodos simétricamente en lados opuestos al primero. Convenientemente, los electrodos B_1 y B_2 se pueden poner en corto circuito mediante un conductor aislado 22. El electrodo A_0 se conecta por un conductor aislado 16 con una fuente de corriente adecuada 14, y el otro borne del cual se conecta por un conductor aislado 20 con el conductor 22. La fuente de corriente 14 preferiblemente genera una corriente constante de manera que las mediciones de potencial hechas de acuerdo con el invento puedan ser calibradas directamente en unidades de resistividad, como es bien conocido entre los versados en el arte. Con este objeto, la fuente 14 puede comprender un generador de corriente alterna 15 y una alta impedancia 21 en serie, aunque puede emplearse corriente continua, si se desea.

En la cercanía del electrodo A_0 y dispuestos simétricamente en lados opuestos del mismo hay pares de electrodos M_1 , M_1' y M_2 , M_2' , respectivamente. Los electrodos M_1 y M_2 , por vía de conveniencia, se pueden poner en corto circuito mediante un conductor aislado 23 y los electrodos M_1' y M_2' mediante un conductor aislado 24. La corriente procedente de la fuente 14 que pasa entre el electrodo A_0 y los electrodos B_1 y B_2 hará que se cree una diferencia de



- 3 JUN. 1952

203837

potencial en el fluido de barreno 12 entre los electrodos M_1 y M_1' y entre los electrodos M_2 y M_2' , cuya diferencia de potencial es transmitida por medio de los conductores aislados 17 y 18 a los bornes de entrada 50 y 51, respectivamente, del dispositivo amplificador 25. El borne de salida 52 del dispositivo amplificador 25 es conectado por un conductor aislado 20 con los electrodos B_1 y B_2 y el otro borne amplificador 53 es conectado por un conductor aislado 19 con un par de electrodos A_1 y A_2 dispuestos, respectivamente, en lados opuestos de los pares de electrodos M_1 , M_1' y M_2 , M_2' . Los electrodos A_1 y A_2 se pueden poner en corto circuito mediante un conductor aislado 26, según se muestra.

El dispositivo amplificador 25, el cual puede ser un amplificador electrónico variable de alta amplificación o un servomecanismo, por ejemplo, se adapta para abastecer corriente de tal fase (o polaridad) y amplitud a los electrodos A_1 y A_2 que mantenga la diferencia en potencial entre los electrodos M_1 y M_1' y entre los electrodos M_2 y M_2' substancialmente en cero.

Se verá claramente que manteniendo substancialmente en cero las diferencias de potencial entre los electrodos M_1 y M_1' , y entre los electrodos M_2 y M_2' , el barreno está efectivamente obturado eléctricamente en estos puntos, por lo cual la corriente desde el electrodo principal A_0 es obligada a pasar dentro de la formación en una dirección radial sub-



1952

203837

stancialmente perpendicularmente al eje del barreno 10.

No obstante, de acuerdo con el presente invento, el espacio o distancia entre el electrodo principal de corriente A_0 y cada uno de los electrodos principales de corriente B_1 y B_2 se hace lo suficientemente pequeña para asegurar que la corriente no penetre a una distancia grande dentro de las formaciones 11. La profundidad real de penetración puede ser elegida previamente ajustando apropiadamente las separaciones de los electrodos. En general, empero, la separación o distancia entre el electrodo principal de corriente A_0 y cada uno de los electrodos principales de corriente B_1 y B_2 será menor que el valor en que los electrodos B_1 y B_2 puedan considerarse estén en infinidad eléctrica con respecto al electrodo A_0 . En este respecto, los sistemas de registro eléctrico de acuerdo con el invento difieren marcadamente de sistemas anteriores del arte, en los cuales la separación o espacio entre los electrodos de corriente se hace siempre lo suficiente para asegurar que por lo menos uno de ellos pueda considerarse esté en infinidad eléctrica con respecto al otro.

En una aplicación práctica sobre el terreno, las distancias o espacios de los electrodos fueron las siguientes: desde el centro del electrodo A_0 al punto medio entre los electrodos M_1 y M_1' , 23 cm; entre los centros de los electrodos M_1 y M_1' , 12.7 cm; entre los centros de los electrodos A_0 y A_1 , 40.7 cm; y entre los centros de los electrodos A_0 y B_1 , 101.5 cm.



1952

203837

Los electrodos M_2 , M_2' , A_2 y B_2 estaban situados simétrica-
mente en el lado opuesto del electrodo A_0 . Con tales espacios,
y en el grado y extensión de las resistividades del barreno
y de la formación generalmente encontradas en la práctica, la
5 corriente que pasa entre los electrodos A_0 y los electrodos
 B_1 , B_2 no penetrará en las formaciones circundantes apreciable-
mente más allá de una distancia igual a 5 veces el diámetro
del barreno 10.

De conformidad con el invento, se hacen mediciones
10 de potencial entre un punto de potencial de tierra y un punto
en la cercanía de un sitio en el barreno donde se mantiene
diferencia de potencial substancialmente cero. Por ejemplo,
en la Fig. 1 un dispositivo medidor de potencial de alta
impedancia 27 se conecta entre el electrodo M_1 , M_2 y tierra
15 28. Preferiblemente, el dispositivo medidor 27 está calibrado
en unidades de resistividad y hace un registro de resistividad
continuo correlacionado con la profundidad del grupo de elec-
trodos 13 en el barreno 10. En consecuencia, al moverse el
grupo de electrodos 13 a través del barreno 10, se obtienen
20 indicaciones continuas de las resistividades eléctricas
yacentes dentro de una distancia lateral corta desde el barreno
10. Estas indicaciones no serán afectadas substancialmente
por el fluido del barreno y por la presencia de torta de lodo
en la pared del barreno. Así, en el caso de formaciones
25 permeables invadidas por el fluido del barreno, las indicaciones



52

203837

obtenidas serán más exactamente representativas de las resistividades de tales zonas invadidas. Además, para las distancias o espacios específicos de los electrodos dados antes por vía de ejemplo, si una zona es invadida en un grado igual a o mayor que 5 veces el diámetro del barreno, se indicará substancialmente la resistividad real de tal zona invadida.

El efecto del fluido del barreno sobre las indicaciones obtenidas podrá reducirse aún más manteniendo los electrodos A_0 , M_1 , M_2 , M_1' y M_2' muy cerca de la pared del barreno y substancialmente aislados del contacto directo con el fluido durante la operación de registro, según se muestra en las Figs. 2, 2A y 2B.

En la Fig. 2 se muestra un soporte 110 no conductor adaptado para ser pasado a través del barreno 10 por medio de un cable eléctrico 33 que contiene los conductores 16, 17, 18, 19, y 20 (Fig. 1). Los electrodos A_1 , A_2 , B_1 y B_2 están montados en el soporte 110 de la misma manera y substancialmente con las mismas separaciones o distancias mostradas en la Fig. 1, aunque las separaciones pueden ser reducidas, si se desea, en cuyo caso la penetración de la corriente será reducida también. Sin embargo, los electrodos A_0 , M_1 , M_2 , M_1' y M_2' tienen forma circular y están mantenidos en contacto eléctrico con la pared del barreno 10, pero están aislados de contacto directo con el fluido del barreno 12.



1902

203837

Para que los electrodos se amolden a las variaciones en el diámetro del barreno 10, cada electrodo puede dividirse en una pluralidad de secciones o segmentos arqueados, estando cada sección montada en un cojín separado mecánicamente, aislante eléctricamente. Así, por ejemplo, cuatro cojines 111, 112, 113 y 114 (Fig. 2A) hechos de material flexible, aislante eléctricamente, por ejemplo, de caucho, pueden ser oprimidos separadamente contra la pared del barreno 10 por medio de resortes 115, 116, 117 y 118 portados por el soporte 110.

Según se muestra en la Fig. 2B, cada uno de los cojines o zapatas 111, 112, 113 y 114 puede tener una superficie suave de contacto con la pared, en la cual se pueden fresar o moldear, por ejemplo, una pluralidad de ranuras 119, 120, 121, 122 y 123 que corren en un plano perpendicular al eje del barreno 10. En la ranura 119 se dispone una sección arqueada del electrodo A_0 , teniendo las restantes ranuras 120, 121, 122 y 123 secciones arqueadas de los electrodos M_1 , M_2 , M_1' y M_2' , respectivamente. Preferiblemente, las secciones de los electrodos están colocadas en las ranuras 119-123, inclusive, según se muestra, para evitar que los electrodos rocen contra la pared del barreno. Estas secciones de electrodos se pueden fabricar con alambre nicromio bobinado helicoidalmente, por ejemplo, de manera que puedan doblarse con los cojines 111, 112, 113 y 114 y para proveer una super-



203837

ficie eléctrica expuesta, grande. Según se muestra en la Fig. 2A, las varias secciones arqueadas que forman un electrodo en particular (A_0 en la Fig. 2A) están conectadas en serie por los conductores aislados 123-126 inclusive, de modo que cada electrodo es de forma circular substancialmente.

En funcionamiento, cuando el soporte 110 es movido a través del barreno 10 por medio del cable eléctrico 33, las superficies de los cojines 111-114, inclusive, se amoldarán a la pared del barreno y los electrodos A_0 , M_1 , M_2 , M_1' y M_2' estarán en contacto eléctrico con la pared del barreno, pero aislados de todo contacto directo con el fluido del barreno. En consecuencia, se obtendrán indicaciones de las resistividades de los materiales en la cercanía del barreno 10. En vista de que para todos los fines prácticos los electrodos A_0 , M_1 , M_2 , M_1' y M_2' están en comunicación eléctrica únicamente con la pared del barreno, estas indicaciones no serán afectadas por la resistividad del fluido en el barreno. Debe notarse, empero, que no es necesario que la comunicación eléctrica entre estos electrodos y el líquido del barreno sea interceptada completamente en vista de que la corriente del electrodo A_0 es altamente direccional en su efecto.

En la Fig. 3 se ilustra una forma de equipo de superficie que puede usarse con los grupos de electrodos



203837

ilustrados en las Figs. 1 y 2 para obtener, simultáneamente, indicaciones de la resistividad eléctrica del material en una zona próxima a la pared del barreno e indicaciones de la resistividad eléctrica de material en una zona situada a una distancia relativamente grande desde la pared del barreno. En esta figura, los conductores 16, 17, 18, 19 y 20 pueden conectarse a un grupo de electrodos del tipo mostrado en las Figs. 1 y 2 de la misma manera substancialmente mostrada en la Fig. 1. Sin embargo, hay un interruptor eléctrico S en serie con cada uno de los conductores 16-20, inclusive, el cual está adaptado para ser conmutado continuamente entre dos posiciones a una frecuencia relativamente baja, digamos 15 períodos por segundo, por medios adecuados, tal como un motor eléctrico 54, por ejemplo. También la fuente de corriente constante se muestra como una fuente de C.C.

Con los interruptores S en las posiciones de líneas enteras mostradas en la Fig. 3, el grupo de electrodos se conecta de la misma manera mostrada en la Fig. 1, indicando los números de referencia semejantes, aparatos eléctricos semejantes. En consecuencia, el contador 27 dará indicaciones de las resistividades eléctrica del material en zonas cercanas a la pared del barreno 10, según se describe detalladamente anteriormente.

Cuando los interruptores S están en la posición



203837

indicada por las líneas de puntos en la Fig. 3, sin embargo, los bornes de entrada 50 y 51 del dispositivo amplificador 25 son desconectados de los conductores 17 y 18, respectivamente, mientras que los bornes de salida 52 y 53 del amplificador son desconectados de los conductores 20 y 19, respectivamente. Para impedir cualquier cambio de voltaje substancial en los circuitos de entrada y de salida del dispositivo amplificador 25 durante el período en que estos circuitos están abiertos, se pueden poner condensadores capacitor 35 y 36 a través de los circuitos de entrada y de salida, respectivamente, según se muestra. Esto asegura que el dispositivo amplificador 25 estará listo para reanudar su funcionamiento degenerativo casi instantáneamente al ser conmutado otra vez en el circuito del grupo de electrodos.

También, mientras que los interruptores S están en la posición de la línea de puntos, un borne de la fuente de corriente constante 34 es desconectado del conductor 20 y es conectado con tierra 37 en la superficie de la tierra. Además, los conductores 17 y 18, que reciben la diferencia de potencial que existe entre los electrodos M_1 y M_1' (Fig. 1) y entre los electrodos M_2 y M_2' , ahora están conectados con los bornes de entrada 55 y 56, respectivamente, de un dispositivo amplificador 38 el cual puede ser semejante al dispositivo amplificador, si se desea. Los bornes de salida 57 y 58 del dispositivo amplificador 38 están conectados,



JUN. 1958

203837

respectivamente, con la tierra 37 y con el conductor 19 que va a los electrodos A₁ y A₂.

Al mover los interruptores S a las posiciones de las líneas de puntos también se conecta el conductor 17 con un borne de un contador de alta impedancia 39, estando el otro borne del mismo conectado a tierra en la superficie, según se muestra. El contador 39 dará indicaciones de las resistividades eléctricas de material en zonas situadas a distancias relativamente grandes desde la pared del barreno 10. Cuando los interruptores S vuelven a sus posiciones originales, los bornes de entrada y de salida del dispositivo amplificador 38 son desconectados de sus conductores respectivos. En consecuencia, los condensadores capacitor 40 y 41 pueden proveerse a través de los bornes de entrada y de salida, respectivamente, para mantener los voltajes de entrada y de salida del dispositivo amplificador 38 substancialmente constantes mientras el dispositivo amplificador 38 está desconectado del sistema. Cuando los interruptores S están otra vez en su posición anterior, el contador 27 volverá a dar indicaciones de las resistividades del material en la cercanía del barreno 10.

En el funcionamiento de la aplicación mostrada en la Fig. 3, los interruptores S son alternados continuamente entre sus dos posiciones a medida que el grupo de electrodos es movido dentro del barreno. Cuando los interruptores están



203837

en las posiciones de las líneas enteras, el contador 27 provee indicaciones de la resistividad eléctrica del material en zonas cercanas a la pared del barreno, y cuando los interruptores S están en las posiciones de las líneas de puntos, el contador 39 dará indicaciones de la resistividad eléctrica del material en zonas situadas a una distancia relativamente grande desde la pared del pozo.

Los contadores 27 y 39 preferiblemente deben tener inercia suficiente para dar indicaciones substancialmente continuas, prescindiendo de las interrupciones momentáneas causadas por los interruptores S. Alternativamente, se pueden proveer medios ordinarios para filtrar los componentes de corriente alterna en las entradas a los contadores 27 y 39. Los contadores 27 y 39 son concebidos preferiblemente para indicar las resistividades como una función de la profundidad del grupo de electrodos en el barreno.

También pueden obtenerse indicaciones de resistividad simultáneas del tipo proporcionado por el aparato de la Fig. 3, con la modificación mostrada en la Fig. 4. En esta figura, el grupo de electrodos (no mostrado) puede ser igual a cualquiera de las formas mostradas en las Figs. 1 y 2, con conductores eléctricos 16, 17, 18, 19 y 20 prolongados hasta la superficie de la tierra. En esta aplicación, empero, una fuente de corriente alterna 42 de intensidad de corriente constante y de frecuencia f_1 es conectada con el electrodo



203837

A_0 por el conductor 16 y con los electrodos B_1 y B_2 (Figs. 1 o 2) por el conductor 20. También, una segunda fuente de corriente alterna de intensidad de corriente constante y frecuencia f_2 es conectada con la tierra o masa 37 y con el electrodo de corriente principal A_0 por el conductor 16.

Los conductores 17 y 18, que reciben diferencias de potencial de frecuencias f_1 y f_2 de los electrodos M_1 y M_1' están conectados con los bornes de entrada de los amplificadores 44 y 47 por medio de los filtros 45 y 48, respectivamente, que están concebidos para pasar únicamente corrientes de las frecuencias f_1 y f_2 , respectivamente. La salida del amplificador 44, que es una corriente de frecuencia f_1 , es abastecida a los electrodos B_1 y B_2 por el conductor 20 y a los electrodos A_1 y A_2 por el conductor 19. Semejantemente, la salida del amplificador 47, que es una corriente de frecuencia f_2 , es alimentada a los electrodos A_1 y A_2 por el conductor 19 y a la tierra 37 en la superficie de la tierra.

Indicaciones de resistividad eléctrica son provistas por un contador de alta impedancia 27 conectado con tierra y con el conductor 17 por un filtro 46 concebido para dejar pasar únicamente corriente de frecuencia f_1 , y por otro contador de alta impedancia 39 conectado con tierra y con el conductor 17 por un filtro 49 concebido para dejar pasar únicamente corriente de frecuencia f_2 .



203837

Se reconocerá que la porción del sistema que incluye la fuente 42, el amplificador 44 y su filtro 45, el contador 27 y su filtro 46, y los electrodos conectados con la misma, constituye un sistema de registro eléctrico del tipo mostrado en la Fig. 1, y que el contador 27 proveerá indicaciones de la resistividad eléctrica del material en zonas cercanas a la pared del barreno. Por otra parte, la porción del sistema que incluye la fuente 43, el amplificador 47 y su filtro 48, el contador 39 y su filtro 49 y los electrodos conectados con la misma, constituye un sistema de registro eléctrico en el cual el contador 39 provee indicaciones simultáneas de la resistividad eléctrica del material en zonas situadas a distancia considerable de la pared del barreno.

Las indicaciones obtenidas con sistemas de registro eléctrico que contienen cualquiera de las formas de aparatos de medición mostrados en las Figs. 3 y 4 en unión de cualquiera de los grupos de electrodos mostrados en las Figs. 1 o 2, son doblemente útiles. En primer lugar, hacen posible obtener los valores de resistividad. En segundo lugar, al registrar las dos indicaciones en el mismo diagrama se hace posible determinar fácilmente la ubicación de las formaciones permeables. Así, enfrente de formaciones impermeables, las indicaciones observadas serán substancialmente idénticas en vista de que los materiales medidos por los contadores 27 y 39 tienen substancialmente las mismas resistividades eléctricas,



203837

no habiendo zonas invadidas. Empero, enfrente de formaciones permanentes en las cuales habrán zonas invadidas que tienen una resistividad substancialmente diferente a las porciones no invadidas, los dos contadores 27 y 39 darán indicaciones
5 substancialmente diferentes en vista de que cada uno investiga a una profundidad diferente. De esta manera, los confines de las formaciones permeables pueden determinarse con exactitud.

En las Figs. 5, 6 y 7 se muestran modificaciones adicionales de grupos de electrodos que pueden emplearse en
10 relación con los circuitos eléctricos mostrados en las Figs. 1, 3 y 4. En la Fig. 5, un electrodo de corriente principal A_0 y una pluralidad de electrodos concéntricos M , M_1 , y A_1 están insertados en la cara de un cojín o zapata 100 que puede ser construido y oprimido continuamente contra la pared
15 del barreno. Este cojín comprende un electrodo de corriente concéntrico B el cual es colocado en el cojín 100 por fuera de los otros electrodos.

Cuando los electrodos en el cojín 100 se conectan con el circuito mostrado en la Fig. 1 y se pasa el cojín 100
20 a lo largo de la pared del barreno, se entenderá que la corriente del electrodo principal A_0 pasará lateralmente dentro de las formaciones a través de cualquier torta de lodo que haya presente. Sin embargo, de acuerdo con el invento, la corriente del electrodo A_0 pasa solamente a una corta
25 distancia dentro de las formaciones debido a la proximidad



203837

del otro electrodo de corriente principal B. En consecuencia, las mediciones hechas en el contador 27 (Fig. 1) usando el grupo mostrado en la Fig. 5 daran indicaciones de las resistividades de material muy cercano a la pared del barreno.

5 Tal disposición es valiosa para obtener indicaciones de las resistividades de zonas invadidas muy poco profundas.

Debe notarse que el electrodo B, en la Fig. 5, no tiene que estar embutido en un cojín 100, pero podría ser, por ejemplo, un anillo metálico alrededor del cojín.

10 En la Fig. 6 se muestra un grupo de electrodos con los que se pueden obtener resultados semejantes a los producidos con el grupo de electrodos mostrado en la Fig. 5, cuando se conectan con el circuito eléctrico mostrado en la Fig. 1. Sin embargo, en la Fig. 6 el cojín 101 contiene un número de
15 electrodos reducido, los cuales son, preferiblemente, de superficie o área mayor. El electrodo central 102 combina las funciones de los electrodos A₀ y M mostrados en la Fig. 5; el electrodo 103, combina las funciones de los electrodos M' y A₁; y el electrodo 104 combina las funciones del elec-
20 trodo B.

En el grupo de la Fig. 7 hay una pluralidad de electrodos cilíndricos 105, 106, 107, 108 y 109 dispuestos verticalmente a lo largo del eje del barreno. Un grupo de electrodos de este tipo puede ser conectado con el circuito
25 eléctrico mostrado en la Fig. 1. Así, el electrodo central



203837

105 es conectado con los conductores 16 y 17. Los electrodos 106 y 107 son puestos en cortocircuito y conectados con los conductores 18 y 19. Los electrodos 108 y 109 son puestos en cortocircuito y conectados con el conductor 20.

5 En virtud de las varias conexiones de circuito según se muestra, la corriente emitida por el electrodo 105 penetrará las formaciones en una dirección substancialmente perpendicular al eje del barreno. Sin embargo, debido a la proximidad de los electrodos de retorno 108 y 109, la corriente no penetrará la pared del barreno a mucha profundidad. Por tanto, las mediciones hechas por la disposición de circuito mostrado en la Fig. 1 conectado con el grupo mostrado en la Fig. 5 serán semejantes a las mediciones obtenidas con el grupo de electrodos mostrado en la Fig. 1.

15 Se comprenderá que los grupos de electrodos mostrados en las Figs. 5, 6 y 7 se podrán usar para obtener mediciones de resistividad simultáneas a dos profundidades de investigación empleando, por ejemplo, los circuitos eléctricos mostrados en las Fig. 3 y 4.

20 También se comprenderá que también se podrán obtener mediciones de potencial espontáneo, como por ejemplo midiendo el potencial de C C en el electrodo M_1 con respecto a tierra o masa simultáneamente con las mediciones de resistividad de C A obtenidas con las conexiones eléctricas mostradas en las Figs. 1 y 4.

25



UN 1952

203837

Por lo expuesto antes se verá claramente que el invento proporciona métodos y aparatos nuevos y altamente eficaces de registro eléctrico que hacen posible determinar las resistividades eléctricas de materiales en una o más zonas a profundidades laterales diferentes desde la pared del barreno, con mayor precisión que lo que ha sido posible hasta ahora.

Las varias aplicaciones ilustrativas descritas anteriormente evidentemente son susceptibles de modificación en cuanto a forma y detalle dentro del espíritu del invento. Por ejemplo, en la Fig. 3, la salida del dispositivo amplificador 36 podrá conectarse entre la tierra o masa 37 y los electrodos B₁ y B₂, o entre la tierra 37 y los electrodos A₁, A₂, B₁ y B₂, en lugar de las conexiones mostradas. También se comprenderá que el aparato específico descrito en la presente memoria para mantener los electrodos en contacto eléctrico con el barreno tiene fines meramente ilustrativos, y otros medios adecuados para este propósito serán evidentes claramente para aquellos bien versados en el arte. Estas y otras modificaciones se supone están incluidas en la esfera de acción o alcance de las reivindicaciones a continuación.



3 JUN. 1952

203837

REIVINDICACIONES

1. En un método para investigar las formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una columna de líquido conductor, en una zona cerca de la pared del barreno, los medios de pasar corriente eléctrica a través de las formaciones circundantes entre un par de sitios separados a corta distancia en el barreno, estableciendo un campo eléctrico en la vecindad de uno de dichos sitios de tal magnitud y polaridad que haga que el flujo de corriente en la vecindad de dicho sitio siga una senda substancialmente perpendicular a la pared del barreno por lo menos a través del líquido del barreno y a través de cualquiera torta de lodo formada en la pared del barreno, y obtener indicaciones de diferencia de potencial entre una cota, o punto fijo de altura, y un sitio en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de dicha corriente y dicho campo eléctrico es substancialmente cero, siendo tal el espacio o distancia entre dichos sitios que el otro de dichos sitios no pueda considerarse éste en infinidad eléctrica con respecto al dicho sitio.



203837

2. En un metodo para investigar las formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una columna de líquido conductivo, en una zona cerca de la pared del barreno, los medios de pasar corriente eléctrica a través de las formaciones circundantes entre un primer sitio ubicado en el barreno y otros dos sitios cercanos dispuestos simétricamente en lados opuestos de dicho primer sitio, estableciendo en el barreno inmediatamente encima y debajo de dicho primer sitio campos eléctricos de tal magnitud y polaridad que haga que el flujo de corriente en la vecindad de dicho primer sitio siga una senda substancialmente perpendicular a la pared del barreno por lo menos a través del líquido del barreno y a través de cualquiera torta de lodo formada en la pared del barreno, y obtener indicaciones de diferencia de potencial entre una cota, o punto fijo de altura, y un sitio en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de dicha corriente y dicho campo eléctrico es substancialmente cero, siendo tal el espacio o distancia entre dicho primer sitio y cada uno de los dichos dos otros sitios que ninguno de los dichos dos otros sitios pueda considerarse este en infinidad eléctrica con respecto a dicho primer sitio.



203837

3. En un método para investigar las formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una columna de líquido conductor, en una pluralidad de zonas situadas a profundidades laterales diferentes desde la pared del barreno, los medios de pasar primero corriente eléctrica a través de las formaciones circundantes entre un primer sitio en el barreno y un segundo sitio, siendo tal el espacio o distancia entre tales sitios primero y segundo que dicho segundo sitio pueda considerarse esté en infinidad eléctrica con respecto a dicho primer sitio, pasando una segunda corriente eléctrica a través de las formaciones circundantes entre dicho primer sitio y un tercer sitio en el barreno, siendo tal el espacio o distancia entre dichos sitios primero y tercero que dicho tercer sitio no pueda considerarse esté en infinidad eléctrica con respecto a dicho primer sitio, estableciendo en la vecindad de dicho primer sitio campos eléctricos de tal magnitud y polaridad que haga que el flujo de dichas corrientes primera y segunda siga sendas substancialmente perpendiculares a la pared del barreno por lo menos a través del líquido del barreno y a través de cualquiera torta de lodo formada en la pared del barreno, obteniendo indicaciones de la diferencia de potencial entre una cota, o punto fijo de altura y un sitio en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de dicha primera corriente y uno de dichos campos



- 3 JUN 6

203837

eléctricos es substancialmente cero, y obteniendo indicaciones de diferencia de potencial entre una cota, o punto fijo de altura y un sitio en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de dicha segunda corriente y otro de dichos campos eléctricos es substancialmente cero.

4. En un método para investigar las formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una columna de líquido conductor, en una pluralidad de zonas situadas a profundidades laterales diferentes desde la pared del barreno, los medios de pasar corriente alternativamente a través de las formaciones circundantes entre un primer sitio en el barreno y un segundo sitio ubicado lo bastante lejos de dicho primer sitio que se considere en infinidad eléctrica, y entre dicho primer sitio en el barreno y sitios tercero y cuarto dispuestos simétricamente en lados opuestos de dicho primer sitio, siendo tal el espacio o distancia entre dicho primer sitio y cada uno de dichos sitios tercero y cuarto que ninguno de los dichos sitios tercero y cuarto pueda considerarse estén en infinidad eléctrica con respecto a dicho primer sitio, estableciendo alternativamente en el barreno inmediatamente encima y debajo de dicho primer sitio, primeros campos eléctricos de tal magnitud y polaridad que hagan que el flujo de corriente entre dichos sitios primero y segundo siga una senda substancialmente perpendicular a



203837

la pared del barreno en la vecindad de dicho primer sitio, por lo menos a través del líquido del barreno y a través de cualquiera torta de lodo formada en la pared del barreno, y segundos, campos eléctricos de tal magnitud y polaridad que hagan que la corriente que fluye entre dichos sitios primero y tercero y cuarto siga una senda substancialmente perpendicular a la pared del barreno en la vecindad de dicho primer sitio, por lo menos a través del líquido del barreno y a través de cualquiera torta de lodo formada en la pared del barreno, y obteniendo alternativamente indicaciones de diferencia de potencial entre una cota, o punto fijo de altura y un lugar en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de la corriente que fluye entre dichos sitios primero y segundo y dichos primeros campos eléctricos es substancialmente cero, y entre una cota, o punto fijo de altura y un lugar en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de la corriente que fluye entre dichos sitios primero, tercero y cuarto y dichos segundos campos eléctricos es substancialmente cero.

20 5. En un método para investigar las formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una columna de líquido conductivo, en zonas situadas a distancias laterales diferentes desde la pared del barreno, los medios de pasar corriente alterna de primera frecuencia a través de las for-



3 JUN 1952

203837

maciones circundantes entre un primer sitio en el barreno y un segundo sitio lo bastante lejos de dicho primer sitio para ser considerado estar en infinidad eléctrica con respecto a dicho primer sitio, pasando corriente alterna de segunda frecuencia a través de las formaciones circundantes entre dicho primer sitio y sitios tercero y cuarto dispuestos simétricamente en lados opuestos del primer sitio, siendo tal el espacio o distancia entre dicho primer sitio y cada uno de dichos sitios tercero y cuarto que ninguno de dichos sitios tercero y cuarto puede considerarse este en infinidad eléctrica con respecto a dicho primer sitio, estableciendo en el barreno inmediatamente encima y debajo de dicho primer sitio campos eléctricos alternados de dicha primera frecuencia y de tal magnitud y fase que haga que corriente de dicha primera frecuencia que fluya en la vecindad de dicho primer sitio siga una senda substancialmente perpendicular a la pared del barreno por lo menos a través del líquido del barreno y a través de cualquiera torta de lodo formada en la pared del barreno, estableciendo en el barreno, inmediatamente encima y debajo de dicho primer sitio campos eléctricos alternados de dicha segunda frecuencia y de tal magnitud y fase que hagan que corriente de dicha segunda frecuencia que pase por la vecindad de dicho primer sitio fluya substancialmente perpendicular a la pared del barreno por lo menos a través del líquido del barreno y a través de cualquiera torta de lodo formada en



203837

la pared del barreno, obteniendo indicaciones de diferencia de potencial de dicha primera frecuencia entre una cota, o punto fijo de altura, y un lugar en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de dicha corriente de primera frecuencia y dichos campos eléctricos de primera frecuencia es substancialmente cero, y obteniendo indicaciones de diferencia de potencial de dicha segunda frecuencia entre una cota, o punto fijo de altura, y un lugar en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de dicha corriente de segunda frecuencia y de dichos campos eléctricos de segunda frecuencia es substancialmente cero.

6. En un aparato para investigar formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una columna de líquido conductivo, la combinación de por lo menos dos electrodos de corrientes principales montados, para moverlos dentro del barreno, en relación espaciada, siendo el espacio o separación de dichos electrodos tal, que uno de ellos no pueda ser considerado como en infinidad eléctrica con respecto al otro, una fuente de energía eléctrica conectada con dichos electrodos para pasar corriente a través de las formaciones circundantes, medios excitados eléctricamente para establecer en la vecindad de dicho otro electrodo un campo eléctrico de magnitud y polaridad tales que haga que



203837

una parte de dicha corriente que fluye en la vecindad de dicho otro electrodo siga una senda substancialmente perpendicular a la pared del barreno por lo menos a través del fluido del barreno y a través de cualquiera torta de lodo formada en la pared del barreno, un tercer electrodo montado en relación fija con respecto a dichos electrodos de corriente en un sitio donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de dicha corriente y dicho campo eléctrico es substancialmente cero, y medios indicadores eléctricos conectados con dicho tercer electrodo y con una cota, o punto fijo de altura.

7. En un aparato para investigar formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una columna de fluido conductivo, la combinación de un primer electrodo emisor de corriente montado para moverlo dentro del barreno, segundo y tercer electrodos de corriente puestos en cortocircuito dispuestos simétricamente encima y debajo de dicho primer electrodo de corriente y en relación fija con el mismo, siendo el espacio o separación entre dicho primer electrodo de corriente y cada uno de dichos electrodos segundo y tercero tal, que ninguno de dichos electrodos segundo y tercero pueda ser considerado estar en infinidad eléctrica con respecto a dicho primer electrodo, medios respondientes a la pendiente de potencial por lo menos en



203837

un sitio cerca de dicho primer electrodo para establecer
en el barreno inmediatamente encima y debajo de dicho primer
electrodo campos eléctricos de tal magnitud y polaridad que
hagan que la porción de dicha corriente que fluye en la ve-
5 cindad de dicho primer electrodo siga una senda substancial-
mente perpendicular a la pared del barreno, por lo menos a
través del líquido del barreno y a través de cualquiera torta
de lodo formada en la pared del barreno, y medios indicadores
conectados para responder a la diferencia de potencial entre
10 una cota, o punto fijo de altura, y un lugar en el barreno
donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado
de dicha corriente y dichos campos eléctricos es substancial-
mente cero.

8. En un aparato para investigar formaciones
15 terrestres atravesadas por un barreno que contenga una
columna de líquido conductor, la combinación de un grupo
de electrodos adaptados para ser movidos dentro del barreno
y que comprende un electrodo central, un primer par de
electrodos dispuestos simétricamente en lados opuestos de
20 dicho electrodo central y un segundo par de electrodos
dispuestos simétricamente en lados opuestos de dicho elec-
trodo central por fuera de dicho primer par, una conexión
de cortocircuito entre los electrodos de dicho primer par,
una conexión de cortocircuito entre los electrodos de dicho



203837

segundo par, medios aisladores que interrumpan la comunicación eléctrica entre dicho electrodo central y dichos primero y segundo pares de electrodos si bien permitiendo la comunicación eléctrica entre todos los dichos electrodos y la pared del barreno, un tercer par de electrodos dispuestos simétricamente en lados opuestos de dicho electrodo central por afuera de dichos dos pares de electrodos, un cuarto par de electrodos dispuestos simétricamente en lados opuestos de dicho electrodo central por afuera de dicho tercer par de electrodos, siendo tal el espacio o separación entre dicho electrodo central y cada uno de los electrodos de dicho cuarto par que ninguno de dichos electrodos mencionados en último lugar pueda ser considerado estar en infinidad eléctrica con respecto a dicho electrodo central, una fuente de energía eléctrica con un borne conectado con dicho electrodo central y otro borne conectado con los electrodos de dicho cuarto par para pasar corriente a través de las formaciones circundantes, medios eléctricos respondientes a la diferencia de potencial entre electrodos adyacentes de dichos pares primero y segundo para suministrar a los electrodos de dicho tercer par, corriente de tal magnitud y polaridad que reduzca dicha diferencia de potencial substancialmente a cero, y medios indicadores eléctricos conectados para responder a la diferencia de potencial entre una cota, o punto fijo de altura, y un lugar en el barreno



203837

donde la pendiente de potencial atribuible a dichas dos corrientes es substancialmente cero.

9. En un aparato para investigar formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una
5 columna de líquido conductivo, la combinación de un grupo de electrodos adaptados para ser movidos dentro del barreno y que comprende un electrodo central de corriente y por lo menos tres electrodos esencialmente circulares de radios diferentes dispuestos concéntricamente alrededor de dicho
10 electrodo central, medios para interrumpir o bloquear la comunicación eléctrica entre dichos electrodos y el cuerpo principal del líquido del barreno si bien permitiendo la comunicación eléctrica entre dichos electrodos y la pared del barreno, un electrodo de corriente circular exterior
15 montado concéntricamente alrededor de dicho electrodo central de corriente en un radio tal que dicho electrodo de corriente exterior no pueda ser considerado estar en infinidad eléctrica con respecto a dicho electrodo central, una fuente de energía eléctrica con un borne conectado con dicho electro-
20 central de corriente y otro borne conectado con dicho electrodo de corriente exterior, medios eléctricos respondientes a la diferencia de potencial entre los dos electrodos concéntricos de más adentro de los dichos tres electrodos concéntricos para abastecer al tercer electrodo concéntrico



JUN. 1952

203837

y a dicho electrodo exterior de corriente, corriente eléctrica de tal magnitud y polaridad que reduzca dicha diferencia de potencial substancialmente a cero, y medios indicadores eléctricos conectados para responder a la
5 diferencia de potencial entre una cota, o punto fijo de altura, y un lugar en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de dichas corrientes es substancialmente cero.

10 10. En un aparato para investigar formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una columna de líquido conductivo, la combinación de un grupo de electrodos adaptados para ser descendidos en un barreno y que comprende un electrodo central de corriente, de superficie relativamente grande, y por lo menos dos electrodos esencialmente
15 circulares de radios diferentes dispuestos concéntricamente alrededor de dicho electrodo central de corriente, medios para interrumpir o bloquear la comunicación eléctrica entre dichos electrodos y el cuerpo principal del líquido del barreno si bien permitiendo la comunicación eléctrica entre
20 dichos electrodos y la pared del barreno, una fuente de abasto de energía eléctrica con un borne conectado con dicho electrodo central y otro borne conectado con el electrodo concéntrico de más afuera para pasar corriente a través de
25 las formaciones circundantes, medios eléctricos respondien-

- 3 JUN. 1952



203837

tes a la diferencia de potencial entre dicho electrodo central de corriente y el electrodo concéntrico adyacente para abastecer a los dos electrodos de corriente de más afuera corriente eléctrica de tal magnitud y polaridad que
5 reduzca dicha diferencia de potencial substancialmente a cero, y medios indicadores eléctricos conectados con dicho electrodo central y tierra o masa.

11. En un aparato para investigar formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una
10 columna de líquido conductivo, la combinación de un grupo de electrodos adaptados para ser descendidos en un barreno y que comprende un electrodo central, un primer par de electrodos dispuestos simétricamente en lados opuestos de dicho electrodo central y un segundo par de electrodos
15 dispuestos simétricamente en lados opuestos de dicho electrodo central por afuera de dicho primer par, siendo tal el espacio o separación entre dicho electrodo central y cada uno de los electrodos de dicho segundo par que ninguno de los electrodos de dicho segundo par puede ser considerado
20 estar en infinidad eléctrica con respecto a dicho electrodo central, una fuente de corriente con un borne conectado con dicho electrodo central y otro borne conectado con los electrodos de dicho segundo par, medios eléctricos respondientes a la diferencia de potencial entre dicho electrodo central y



203837

los electrodos de dicho primer par para abastecer a los electrodos de dicho primer par y a los electrodos de dicho segundo par, corriente de tal magnitud y polaridad que reduzca dicha diferencia de potencial substancialmente a cero, y medios
5 indicadores eléctricos conectados con dicho electrodo central y tierra o masa.

12. En un aparato para investigar formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una columna de fluido conductivo, la combinación de un grupo
10 de electrodos adaptados para ser movidos en un barreno y que comprende un electrodo central de corriente, un primer par de electrodos dispuestos simétricamente alrededor de dicho electrodo central, un segundo par de electrodos dispuestos simétricamente alrededor de dicho electrodo
15 central por afuera de dicho primer par, un tercer par de electrodos dispuestos simétricamente alrededor de dicho electrodo central por afuera de dicho segundo par y un cuarto par de electrodos dispuestos simétricamente alrededor de dicho electrodo central por afuera de dicho tercer par, poniendo
20 en corto circuito las conexiones eléctricas entre los electrodos de dichos pares respectivos, siendo tal el espacio o separación entre dicho electrodo central y cada uno de los electrodos de dicho cuarto par que ninguno de los electrodos mencionados últimamente puede ser considerado estar en



203837

infinidad eléctrica con respecto a dicho electrodo central,
una fuente de energía eléctrica con un borne conectado con
dicho electrodo central y con otro borne, primeros medios
de conmutación accionados periódicamente para conectar el
5 dicho otro borne de la fuente alternativamente con dicho
tercer par de electrodos y con tierra o masa, primeros
medios de amplificador con bornes de entrada y bornes de
salida, segundos medios de conmutación accionados en sín-
cronismo para conectar los bornes de entrada de dichos
10 primeros medios de amplificador intermitentemente con dichos
primero y segundo pares de electrodos y para conectar los
bornes de salida de dichos primeros medios de amplificador
intermitentemente con dichos tercero y cuarto pares de
electrodos, segundos medios de amplificador teniendo bornes
15 de entrada y bornes de salida, terceros medios de conmutación
accionados en sincronismo con los dichos primero y segundo
medios de conmutación para conectar los bornes de entrada
de dichos segundos medios de amplificador intermitentemente
con dichos primero y segundo pares de electrodos y para
20 conectar los bornes de salida de dichos segundos medios de
amplificador intermitentemente con dicho tercer par de elec-
trodos y con tierra o masa, primeros medios indicadores
teniendo un borne a tierra y otro borne, segundos medios
indicadores teniendo un borne a tierra y otro borne y cuartos
25 medios de conmutación accionados en sincronismo con dichos



- 30

203837

5 primeros medios de conmutación para conectar los otros bornes de dichos medios indicadores alternativamente con un punto en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de la corriente de dicha fuente y de cualquiera de dichos medios de amplificador es substancialmente
5 cero.

10 13. En un aparato para investigar formaciones terrestres atravesadas por un barreno que contenga una columna de fluido conductivo, la combinación de un grupo de electrodos adaptados para ser movidos en un barreno y que comprende un electrodo central de corriente, un primer par de electrodos dispuestos simétricamente alrededor de dicho electrodo central, un segundo par de electrodos dispuestos simétricamente alrededor de dicho electrodo
15 central por afuera de dicho primer par, un tercer par de electrodos dispuestos simétricamente alrededor de dicho electrodo central por afuera de dicho segundo par y un cuarto par de electrodos simétricamente dispuestos alrededor de dicho electrodo central por afuera de dicho tercer
20 par, poniendo en corto circuito las conexiones eléctricas entre los electrodos de dichos pares respectivos, siendo tal el espacio o separación entre dicho electrodo central y cada uno de los electrodos de dicho cuarto par que ninguno de los
25 electrodos mencionados últimamente puede ser considerado



203837

estar en infinidad eléctrica con respecto a dicho electrodo central, una fuente de corriente alterna de primera frecuencia con un borne conectado con dicho electrodo central y otro borne conectado con dicho cuarto par de electrodos, 5 una fuente de corriente alterna de segunda frecuencia con un borne conectado con dicho electrodo central y otro borne conectado con tierra o masa, primeros medios de amplificador respondientes a diferencias de potencial de dicha primera frecuencia entre dichos primero y segundo pares de electrodos 10 para abastecer a dichos tercero y cuarto pares de electrodos corriente alterna de dicha primera frecuencia y de tal magnitud y fase que reduzca dichas diferencias de potencial substancialmente a cero, segundos medios de amplificador respondientes a diferencias de potencial de dicha segunda frecuencia entre 15 dichos primero y segundo pares de electrodos para abastecer a dicho tercer par de electrodos y a tierra corriente alterna de dicha segunda frecuencia y de tal magnitud y fase que reduzca substancialmente a cero dichas diferencias de potencial de segunda frecuencia, primeros medios indicadores conectados 20 de manera que sean respondientes a la diferencia de potencial alterno de dicha primera frecuencia entre tierra y un punto en el barrenado donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de dichas corrientes de primera frecuencia es substancialmente cero, y segundos medios indicadores conectados 25 para responder a la diferencia de potencial de dicha segunda



203837

frecuencia entre tierra y un punto en el barreno donde la pendiente de potencial atribuible al efecto combinado de dichas corrientes de segunda frecuencia es substancialmente cero.

MADRID 3 JUN. 1952

Affecto de Elintona
Mr. Pader
Elintona

203837

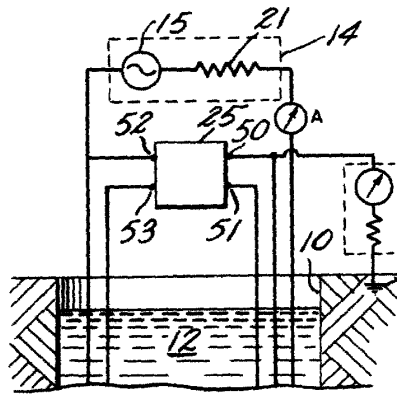


FIG. 2.

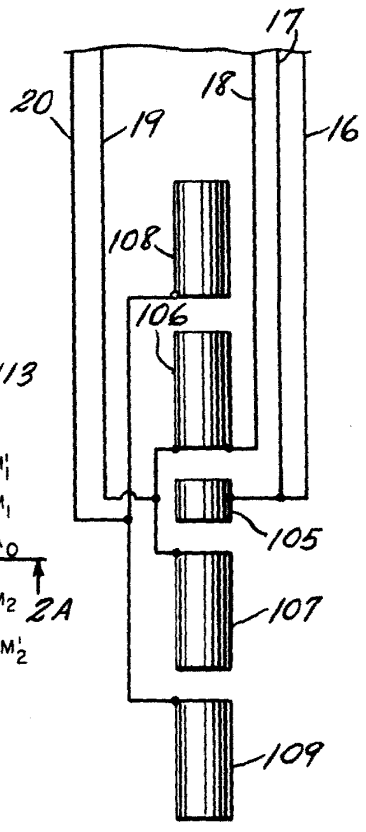
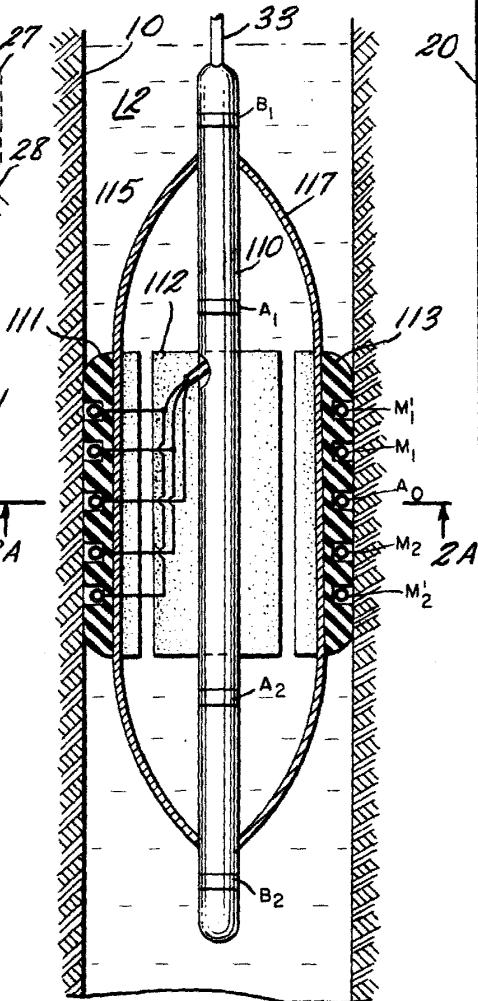
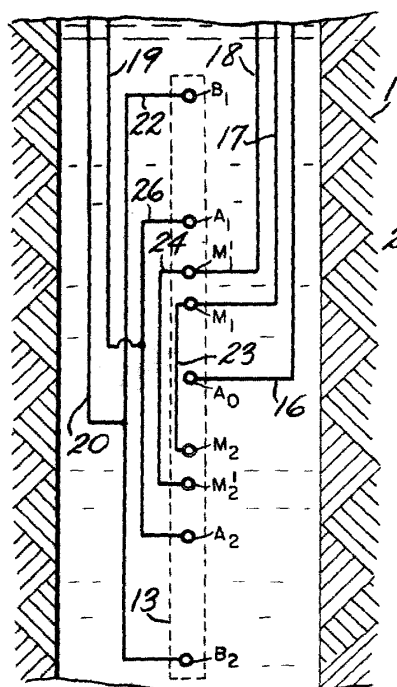


FIG. 7.

F.A.

FIG. 1.

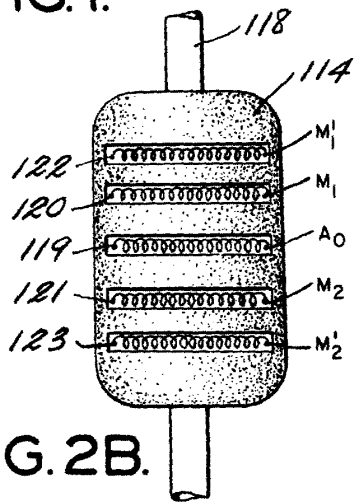


FIG. 2B.

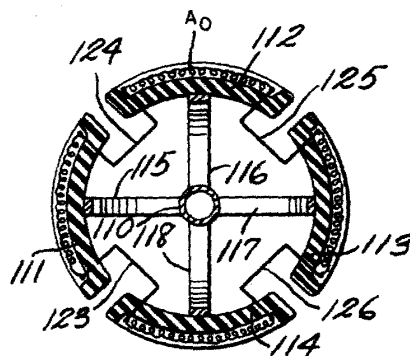


FIG. 2A.

Artes de Elongar
The Experts
Carl

203837-3

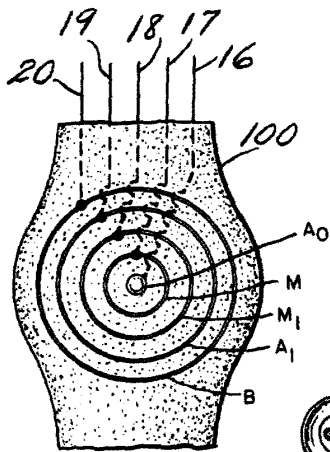


FIG. 5.

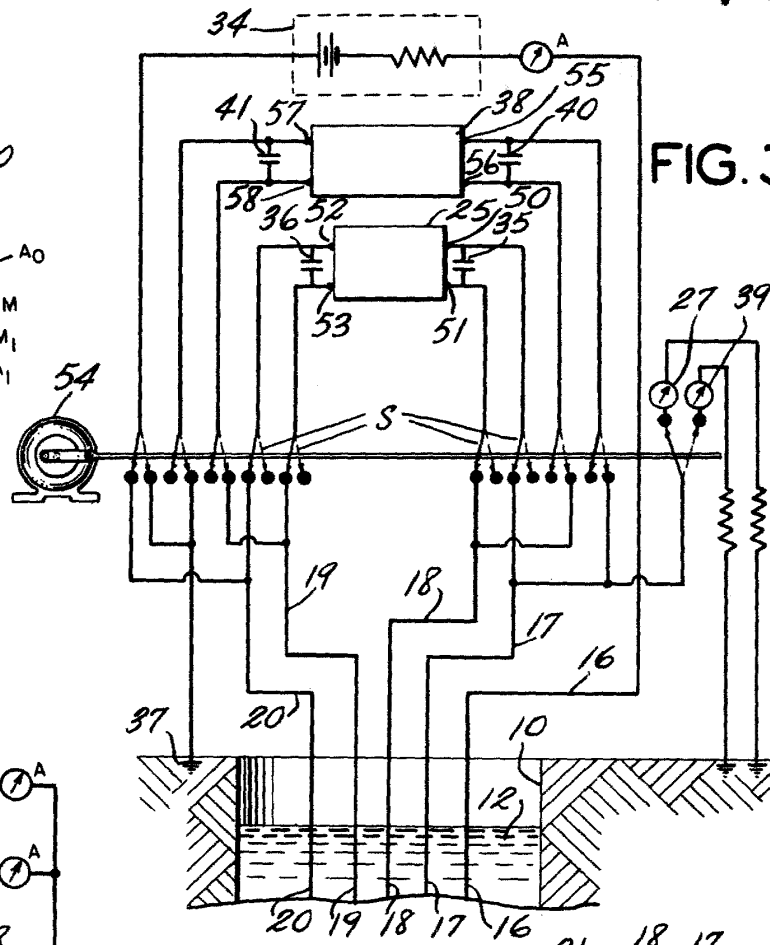


FIG. 3.

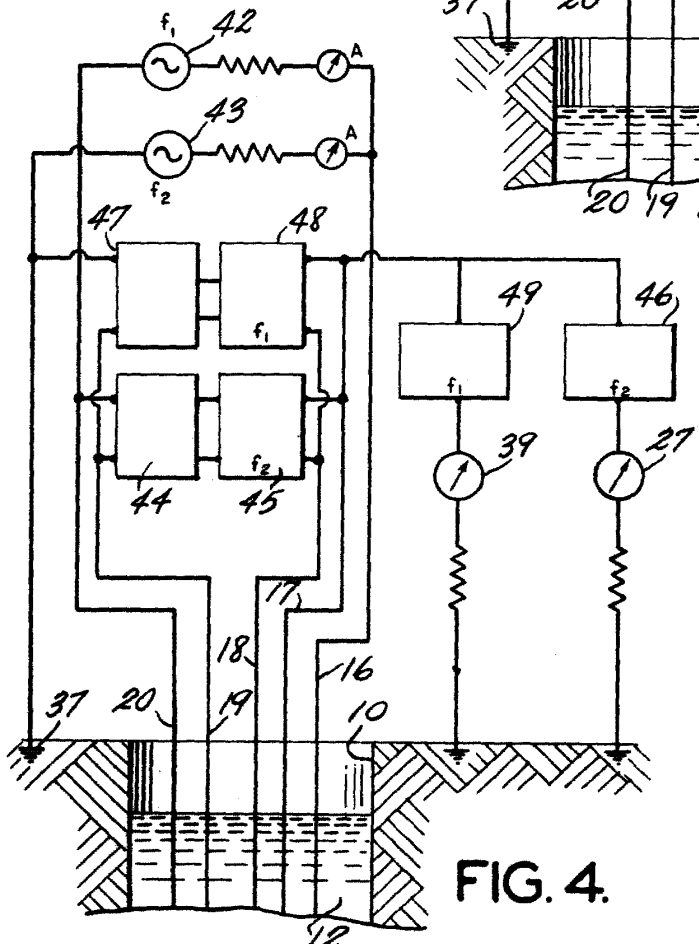


FIG. 4.

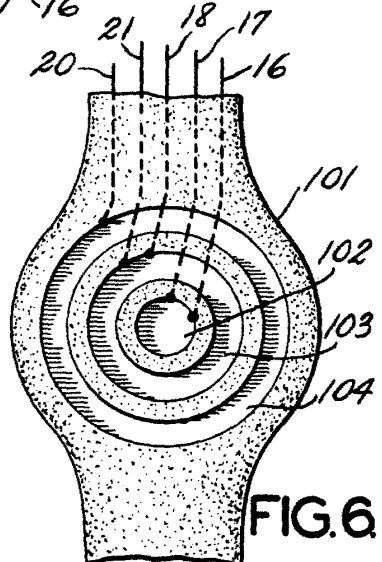


FIG. 6.

E. A.

E. A. Sohlund