



269004

Número 269.004

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

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España
y todos sus territorios y plazas de so-
beranía, a favor de:

CONTINENTAL OIL COMPANY

entidad norteamericana, con domicilio en
Ponca City, Oklahoma, Estados Unidos de
América, relativa a:

"MÉTODO PARA REGISTRAR ELECTRICAMENTE
UN POZO DE SONDA"

=====

Inventores: James Curtice Albright
Earl Waldron Sutton
Donald Joseph Timke
Bruce Forbes Bohor



MEMORIA DESCRIPTIVA
=====

5. La presente invención se refiere a un sistema registrador de pozos mejorado, y, en particular, a un método que puede ser utilizado para determinar la naturaleza de las estructuras geológicas subterráneas mediante la exploración de los estratos interseccionados en un pozo de sonda. - - - - -

10. Es costumbre frecuente, en la perforación de pozos de petróleo, investigar las formaciones geológicas que atraviesa el pozo de sonda. La información así recibida puede resultar valiosa para completar el pozo. El método de investigación se lleva a cabo generalmente registrando el recinto del pozo, utilizando mediciones eléctricas que se reciben desde registros o sondas de

15. muchos tipos conocidos. Un registro eléctrico convencional puede, por ejemplo, consistir en una medición de las variaciones de autopotencial del recinto del pozo a diferentes profundidades. Además, se pueden obtener varias curvas de resistividad utilizando un sistema de electrodos del tipo de almohadilla o un registro de resistividad

20. enfocado del tipo sin almohadilla, que investigan las condiciones del pozo de sonda cerca o a distancia de las sondas registradoras. La práctica actual consiste en llevar a cabo el reconocimiento utilizando el registro del tipo de almohadilla y los registros de resistividad de

25. enfoque del tipo sin almohadilla, y en relacionar posteriormente los datos obtenidos con la profundidad medida. Sin embargo esta práctica tiene dos desventajas notables. En primer lugar, se requiere un tiempo considerable para

209004



30. llevar a cabo dos reconocimientos separados en el pozo de sonda. En segundo, el alargamiento del cable registrador y el posible deslizamiento del mecanismo contador de profundidad hace difícil o imposible la correlación precisa de la profundidad entre los registros efectuados separadamente. Además, la correlación esmerada resulta casi imposible, pues la señal recibida es extremadamente compleja tanto en su amplitud como en la relación de fase, de modo que cualquier error en amplitud de la señal de retorno desde las sondas tiende a obscurecer más bien que a clarificar la señal. - - - - -
- 35.
- 40.

La presente invención se refiere a un método para registrar una pluralidad de voltajes recibidos de una pluralidad de sondas registradoras eléctricas accionadas simultáneamente, y comprende: recibir una primera y una segunda señal de una primera sonda, correspondiendo dichas primera y segunda señales a los voltajes recibidos y a las corrientes transmitidas respectivamente, formar una primera relación con la relación entre dichos primero y segundo voltajes, recibir un tercero y un cuarto voltajes correspondiendo dichos tercero y cuarto voltajes respectivamente al voltaje recibido y a la corriente transmitida por una segunda sonda, formar una segunda relación de voltajes correspondiente a la relación entre dichos tercero y cuarto voltajes, ajustar el sincronismo temporal de dicha primera y segunda relaciones de voltajes en correspondencia con la diferencia de profundidad de dichas primera y segunda sondas, formar una tercera relación de voltajes mediante la obtención de una relación entre dichas primera y segunda relaciones de voltajes

45.

50.

55.

269004



60. y registrar dicha tercera relación de voltajes en sincronismo temporal con la posición de dichas sondas. - - -

65. Esta invención se refiere además a un método de registrar eléctricamente un pozo de sonda que comprende el constituir una única sonda compuesta con una pluralidad de sondas individuales, bajar dicha sonda de nueva constitución al interior del pozo de sonda, transmitir desde cada una de dichas sondas una señal distintiva, recibir en una posición remota la señal distintiva transmitida, comunicar dichas señales recibidas a la superficie de dicho pozo de sonda, registrar individualmente cada una de dichas señales distintivas recibidas.

70. Por lo tanto, es un objeto de la presente patente de invención proporcionar un método que permita la exacta correlación entre varios tipos de equipo registrador. - - - - -

75. Es otro objeto de la presente invención combinar muchos de los registros existentes en una sonda compacta, reduciendo así substancialmente el tiempo requerido para llevar a cabo la operación registradora.

80. Es aún otro objeto de esta invención proporcionar un registro en el cual los resultados puedan ser fácilmente interpretados por una persona superficialmente entendida en la materia. - - - - -

85. Es además otro objeto de la presente invención proporcionar un método práctico de asegurar la correlación de profundidad precisa entre el registro enfocado de tres electrodos sin almohadilla, un registro enfocado



del tipo de almohadilla, un registro que mide el autopotencial, y un calibrador del recinto del pozo. - - - -

90. Es otro objeto de la invención proporcionar un método nuevo de correlacionar los datos obtenidos con el registro enfocado de tres electrodos sin almohadilla y con un registro enfocado del tipo de almohadilla, de modo que sean fácilmente observables las posibles formaciones que contengan petróleo. - - - - -

95. Es aún otro objeto de esta invención proporcionar un método para accionar simultáneamente muchos tipos de registros conocidos sin crear interferencias apreciables entre ninguno de los registros. - - - - -

100. En formaciones permeables, la saturación en hidrocarburos puede determinarse frecuentemente por la información obtenida con un registro enfocado de tres electrodos sin almohadilla y un registro enfocado del tipo de almohadilla. El registro enfocado del tipo sin almohadilla proporciona información referente a los estratos geológicos distanciados del registro mientras que el registro enfocado del tipo de almohadilla proporciona información en la vecindad próxima de la almohadilla. La relación de las dos curvas obtenidas con estos dos registros proporcionará información valiosa sobre posibles formaciones permeables que contengan productos hidrocarbonados. La saturación de agua de una formación permeable es un factor importante en la determinación de la resistencia de la formación. La fórmula de saturación de agua en una formación limpia viene dada por: - - - - -

105. En formaciones permeables, la saturación en hidrocarburos puede determinarse frecuentemente por la información obtenida con un registro enfocado de tres electrodos sin almohadilla y un registro enfocado del tipo de almohadilla. El registro enfocado del tipo sin almohadilla proporciona información referente a los estratos geológicos distanciados del registro mientras que el registro enfocado del tipo de almohadilla proporciona información en la vecindad próxima de la almohadilla. La relación de las dos curvas obtenidas con estos dos registros proporcionará información valiosa sobre posibles formaciones permeables que contengan productos hidrocarbonados. La saturación de agua de una formación permeable es un factor importante en la determinación de la resistencia de la formación. La fórmula de saturación de agua en una formación limpia viene dada por: - - - - -

110. En formaciones permeables, la saturación en hidrocarburos puede determinarse frecuentemente por la información obtenida con un registro enfocado de tres electrodos sin almohadilla y un registro enfocado del tipo de almohadilla. El registro enfocado del tipo sin almohadilla proporciona información referente a los estratos geológicos distanciados del registro mientras que el registro enfocado del tipo de almohadilla proporciona información en la vecindad próxima de la almohadilla. La relación de las dos curvas obtenidas con estos dos registros proporcionará información valiosa sobre posibles formaciones permeables que contengan productos hidrocarbonados. La saturación de agua de una formación permeable es un factor importante en la determinación de la resistencia de la formación. La fórmula de saturación de agua en una formación limpia viene dada por: - - - - -

115. En formaciones permeables, la saturación en hidrocarburos puede determinarse frecuentemente por la información obtenida con un registro enfocado de tres electrodos sin almohadilla y un registro enfocado del tipo de almohadilla. El registro enfocado del tipo sin almohadilla proporciona información referente a los estratos geológicos distanciados del registro mientras que el registro enfocado del tipo de almohadilla proporciona información en la vecindad próxima de la almohadilla. La relación de las dos curvas obtenidas con estos dos registros proporcionará información valiosa sobre posibles formaciones permeables que contengan productos hidrocarbonados. La saturación de agua de una formación permeable es un factor importante en la determinación de la resistencia de la formación. La fórmula de saturación de agua en una formación limpia viene dada por: - - - - -



$$S_w = (1 - RHS) \sqrt{\frac{R_1}{R_t} \frac{R_w}{R_{mf}}}$$

en la cual: - - - - -

120. S_w = saturación de agua (se admite que es igual a uno menos la saturación de hidrocarburos). - - - - -

RHS = la saturación de hidrocarburos residuales, (normalmente 10-30% para zonas de petróleo o gas). - - - - -

125. R_1 = resistividad eléctrica de la zona invadida cerca del pozo de sonda. - - - - -

R_t = resistividad eléctrica de la formación no invadida. - - - - -

130. R_w = resistividad eléctrica del agua de la formación (ésta normalmente tiene solamente una variación gradual pequeña con la profundidad). - - - - -

R_{mf} = resistividad eléctrica del filtrado de lodo (tiene una variación pequeña y uniforme con la profundidad, debida a los efectos de la temperatura). - - - - -

135. Este tipo de inspección (enfocada, con tres electrodos, sin almohadilla, y enfocada del tipo de almohadilla) se efectúa normalmente en pozos que han sido perforados con lodos que tienen resistividades eléctricas de filtrado (R_{mf}) de la misma magnitud que la resistividad del agua de la formación (R_w), de modo que la relación R_w/R_{mf} es normalmente aproximadamente igual a la unidad.

140.

1104



145. Todos los factores son habitualmente constantes en un intervalo dado en un pozo dado excepto R_1/R_t . Bajo condiciones adecuadas de invasión, R_1/R_t es igual, o aproximadamente igual, a la relación entre el registro enfocado del tipo de almohadilla y el registro enfocado de tres electrodos sin almohadilla. Por lo tanto, un registro de esta relación o de su recíproca sería de una gran ayuda para la determinación de la saturación.

155. Otros objetos, características y ventajas de la invención resultarán evidentes de la descripción y reivindicaciones siguientes con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales: - - - - -

Figura 1 es un dibujo de un equipo de fondo de pozo que ilustra la sonda y partes próximas relacionadas con la misma. - - - - -

160. Figura 2 es un diagrama de conjunto del aparato utilizado para recibir y registrar la información de la sonda ilustrada en figura 1. - - - - -

Figura 3 es otra forma de realización de figura 1. - - - - -

165. Figura 4a es un gráfico de los substratos posibles en un pozo de sonda. - - - - -

Figura 4b es un gráfico de resistividad (R_t) de una sonda enfocada de tres elementos para los substratos ilustrados en figura 4a. - - - - -

170. Figura 4c es un gráfico de resistividad (R_1) de una sonda enfocada del tipo de almohadilla para los



substratos ilustrados en figura 4a. - - - - -

Figura 4d es un gráfico de resistividad de R_t/R_1 . - - - - -

175. Con referencia a figura 1, una nueva sonda (10) es sostenida por su extremo superior por un cable (11) que tiene un conductor central (12). La parte superior de la sonda contiene un registro enfocado de tres electrodos sin almohadilla, que está compuesto de un electrodo superior de enfoque (13), un electrodo inferior de enfoque (14) y un electrodo de exploración (15). Un captador remoto (16) para el registro enfocado sin almohadilla está fijado al cable (11) y aislado del cable por medios aislantes (17). Un electrodo (20), también aislado por los medios (17), proporciona el camino de retorno para el registro enfocado sin almohadilla. - - - - -

180.

185.

Un registro enfocado del tipo de almohadilla (25) está unido a la parte inferior del registro enfocado sin almohadilla. Un par de brazos (28) y (29) sostienen a un par de almohadillas (30) y (31), respectivamente. La almohadilla (30) contiene un par de electrodos (26) y (27): el electrodo (26) constituye el electrodo de exploración y el electrodo (27) constituye el electrodo de enfoque. El brazo (29) y la almohadilla (31) actúan como un dispositivo calibrador. El movimiento del dispositivo calibrador es comunicado desde un sistema articulado mecánico (32) a un brazo de potenciómetro (33) de un potenciómetro (34). El camino de retorno al amplificador (61) es proporcionado por un electrodo (14). El elec-

190.

195.

268



200. trodo remoto (16) igualmente proporciona el voltaje de referencia para la sonda del tipo de almohadilla, también aislada por los medios aislantes (17). En el uso normal, un ejemplo de la separación entre los electrodos del cable desde el extremo superior de la sonda puede ser 20 pies (6,09 metros) para el electrodo (35), 50

205. pies (15,24 metros) para el electrodo (20), y 100 pies (30,48 metros) para el electrodo (16). Como se ha explicado previamente, el registro S.F., el registro enfocado de tres electrodos sin almohadilla, y el registro enfocado del tipo de almohadilla pueden ser accionados simultáneamente por un método nuevo de aislar cada uno

210. de los voltajes transmitidos por cada uno de los registros, en cooperación con un método nuevo de aislar sus respectivos voltajes de captación de modo que cualquier interferencia entre los varios tipos de equipo registrador será enteramente eliminada o reducida de una manera muy substancial. - - - - -

215.

El aislamiento puede efectuarse de varias maneras. Un método podría ser accionando sucesivamente cada uno de los registros a una relación de repetición

220. suficientemente alta para que se forme un registro substancialmente continuo. El segundo método, que es la forma de realización preferida de la presente invención, acciona cada uno de los registros a una frecuencia seleccionada. Esto, desde luego, requiere que cada uno de los

225. registros transmita al interior del suelo a una frecuencia preseleccionada, un voltaje de suficiente amplitud para la penetración adecuada de los substratos que se están investigando. La forma preferida de realización

269004



requiere también que las señales recibidas accionen

230. un dispositivo transmisor selectivo capaz de comunicar con el equipo de registro en la superficie del pozo de sonda. - - - - -

235. Con referencia al equipo específico empleado en la forma de realización preferida ilustrada en figura 1, el conductor (12) está conectado a través de un conductor (40), y una capacidad de aislamiento (41) a un filtro de paso de banda (42). El filtro de paso de banda (42) está conectado a una fuente de alimentación (43). Una pluralidad de salidas, tales como (44), de la fuente de alimentación (43) están conectadas a donde sea necesario en el resto del circuito, para excitar los varios amplificadores, transmisores y generadores. La sonda enfocada de tres electrodos sin almohadilla es excitada por un generador (45), que está conectado a un amplificador (46). La salida del amplificador (46) está conectada, por un cable (47), a los electrodos de enfoque (13) y (14). El retorno al amplificador está conectado desde el electrodo (20) a través de un cable (48). La frecuencia, f_d , del voltaje de salida del generador (45) puede ser cualquier frecuencia pre-seleccionada. Sin embargo, para nuestra forma de realización particular, se seleccionó una frecuencia de 300 ciclos. El electrodo (15) está conectado a su fuente de voltaje a través de una resistencia (49). La corriente I_d que pasa por la resistencia (49) se mide conectando un amplificador (50) a través de la resistencia (49). El voltaje de salida del amplificador (50) se aplica entonces a un transmisor modulado en frecuencia (51). La

240.

245.

250.

255.

269004



260. salida del transmisor (51) es aplicada a un dispositivo adaptador tal como un transformador T_2 , y pasa a través de un cable (53) a la entrada (54) de un filtro de paso alto (55). El voltaje, e_1 , para la sonda de tres electrodos se toma del electrodo (13) y del electrodo remoto (16) que está conectado a través de un cable (56), y se aplica a un amplificador sintonizado (57). La salida del amplificador se aplica entonces a un transmisor modulado en frecuencia (58). La salida del transmisor (58) se aplica a través de un dispositivo adaptador tal como un transformador T_1 , al conductor (53). - - - - -

270. La sonda de tres electrodos del tipo de almohadilla es excitada por un generador (60). En esta forma de realización preferida, el generador (60) tiene la frecuencia de 400 c.p.s. El voltaje del generador puede ser amplificado además por un dispositivo tal como un amplificador (61), si es necesario. La salida del amplificador (61) está conectada a través de los cables (62) y (63) al elemento de enfoque (27). El electrodo de exploración (26) está conectado, a través de un cable (64) y una resistencia (65), a una fuente de voltaje en el electrodo de enfoque (27). El retorno al amplificador (61) se efectúa por un cable (66) desde el electrodo (14). La corriente, I_3 , a través de una resistencia (65) es aplicada a un amplificador (70). La salida del amplificador (70) se aplica a la entrada de un transmisor modulado en frecuencia (71). La salida del transmisor (71) se aplica, a través de un dispositivo adaptador tal como un transformador T_4 , al conductor (53). El voltaje e_3 para la sonda de tipo de almohadilla también se toma del elec-

275. El electrodo de exploración (26) está conectado, a través de un cable (64) y una resistencia (65), a una fuente de voltaje en el electrodo de enfoque (27). El retorno al amplificador (61) se efectúa por un cable (66) desde el electrodo (14). La corriente, I_3 , a través de una resistencia (65) es aplicada a un amplificador (70). La salida del amplificador (70) se aplica a la entrada de un transmisor modulado en frecuencia (71). La salida del transmisor (71) se aplica, a través de un dispositivo adaptador tal como un transformador T_4 , al conductor (53). El voltaje e_3 para la sonda de tipo de almohadilla también se toma del elec-

280. La corriente, I_3 , a través de una resistencia (65) es aplicada a un amplificador (70). La salida del amplificador (70) se aplica a la entrada de un transmisor modulado en frecuencia (71). La salida del transmisor (71) se aplica, a través de un dispositivo adaptador tal como un transformador T_4 , al conductor (53). El voltaje e_3 para la sonda de tipo de almohadilla también se toma del elec-

285. El voltaje e_3 para la sonda de tipo de almohadilla también se toma del elec-



trodo (27) y del electrodo remoto (16), y es conducido a un amplificador sintonizado (72) a través de los conductores (63) y (56). La salida del amplificador sintonizado (72) se aplica a la entrada del transmisor (73). La salida del transmisor (73) se aplica a través de un dispositivo adaptador tal como un transformador T_3 , al conductor (53). El circuito calibrador usa la misma fuente de energía que la sonda del tipo de almohadilla (25), es decir el generador (60). Un par de conductores (80) y (81) están conectados a través del potenciómetro (34). El brazo de potenciómetro (33) está conectado a través de un conductor (82) a la entrada de un amplificador (83). Un conductor (84) está conectado igualmente a la salida de un amplificador (83). El voltaje e_p desarrollado por la variación de la anchura del pozo se aplica desde el amplificador (83) al transmisor modulador de frecuencia (84). La salida del transmisor modulado en frecuencia (84) se aplica a través de un dispositivo aislador tal como un transformador T_5 al conductor (53). - - - - -

El electrodo captador de autopotencial (35) está conectado a través de un filtro de paso bajo (90) al conductor (12). - - - - -

Para funcionar, la sonda (10) desciende al interior del pozo de sonda (9), que contiene un líquido conductor (8), tal como lodo de perforación o similar. El accionamiento de las tres sondas individuales es bien conocido de los técnicos en la materia. Referencias tales como Uren, "Petroleum Production Engineer", Nueva York: Academic Press, Inc., (1954) 126 páginas, y Wiley.



- M.R.J., "The Fundamentals of Electric Log Interpretation, Nueva York: McGraw-Hill Book Co., Inc., (1946) 764
320. páginas, explican completamente el accionamiento y uso de las sondas arriba indicadas. El registro de enfoque de tres electrodos del tipo sin almohadilla es excitado por el generador (45) que tiene una frecuencia de aproximadamente 300 c.p.s. La salida del generador es amplificada por el amplificador (46). Se comprenderá, desde luego, que si el generador (45) tiene una amplitud suficiente, no se requerirá el amplificador (46). La salida del amplificador (46) se aplica a los electrodos de enfoque (13) y (14) y, a través de una resistencia para medir la corriente (49), al electrodo de exploración (15). Las variaciones de la corriente I_d causadas por cambios en la resistencia R_t de la estructura del suelo en la formación no invadida son captadas como un cambio en el voltaje e_2 a través de la resistencia (49). Este cambio en el voltaje que es proporcional a I_d es amplificado y se aplica al transmisor modulado en frecuencia (51) que ha sido arbitrariamente designado por canal (2). Un transmisor de modulación de frecuencia ha sido seleccionado como un modo preferido de transformar el cambio de voltaje en una salida utilizable. Sus ventajas resultan evidentes cuando se comprende que la desviación en la frecuencia de un transmisor modulado en frecuencia tal como (51) es directamente proporcional a la variación en magnitud del voltaje de modulación tal como e_2 . La frecuencia portadora del transmisor puede establecerse en cualquier frecuencia deseada con tal que sea suficientemente distante de los otros canales para que su desviación Δf_2 no interfiera o cause intermodulación con los



350. transmisores restantes. La salida del transmisor (51) es aplicada a un dispositivo adaptador tal como un transformador T_2 a fin de que la impedancia del transmisor esté adaptada adecuadamente a la impedancia de la línea (53). - - - - -

355. El voltaje de los electrodos (13), (14) y (15) y un voltaje de referencia del electrodo (16) son aplicados a la entrada de una red selectiva o sintonizada tal como un amplificador (57) que es sintonizado a la frecuencia de e_d (o f_s). Su salida E_1 , que es proporcional a e_d , se aplica al transmisor (58). El transmisor (58) tiene igualmente una frecuencia portadora que es suficientemente diferente de los transmisores restantes para que su desviación de frecuencia Δf_1 no se intermodule con los transmisores restantes. Igualmente tiene un equilibrador de impedancia T_1 . Así es evidente que con un único generador (45) se ha proporcionado un dispositivo que utiliza transmisores separados (58) y (51) y redes selectoras (57) y (50) para separar adecuadamente la corriente i_d y el voltaje e_d de la sonda de tres electrodos de modo que la resistencia de la formación R_f pueda ser registrada por un método que se explicará después. - - - - -

360.

365.

370.

375. La sonda del tipo de almohadilla está provista de una fuente de energía que tiene una frecuencia f_s y que es distinta de las frecuencias del generador para la sonda de tres electrodos. Una frecuencia que dió una selectividad adecuada para la sonda del tipo de almohadilla fué de 400 c.p.s. El voltaje de salida del



380. generador (60) es amplificado en el amplificador (61) y entonces suministrado al electrodo de enfoque (27). La excitación para el electrodo de exploración (26), es aplicada a través de una resistencia (65), a unos medios adecuados para medir la corriente de la señal transmitida I_s . El voltaje e_4 del amplificador (70), que es proporcional a I_s , es suministrado al transmisor modulado en frecuencia (71), arbitrariamente designado por canal (4). El transmisor (71), igualmente, tendrá una frecuencia portadora suficientemente distinta de los restantes canales de modo que su salida Δf_4 no interfiera con los restantes canales. El transformador T_4 , igualmente, proporciona un dispositivo adaptador de la impedancia del transmisor con la impedancia de la línea (53). Como la frecuencia del voltaje del electrodo de exploración es distinta de la frecuencia del voltaje de la sonda de tres electrodos, los electrodos que son comunes a la sonda de tres electrodos pueden ser utilizados para una segunda finalidad, es decir, como electrodo de retorno para la sonda del tipo de almohadilla. Así, los electrodos (13) y (14) captan la corriente de retorno transmitida por el electrodo (26) y la aplican al amplificador (61). El voltaje e_s del electrodo (27) que es característico de la variación en la zona invadida en el pozo de sonda es captado entre el electrodo (27) y el electrodo remoto (16) y aplicado a una red selectora o amplificador sintonizado (72) que está sintonizado a la frecuencia f_s .
- 385.
- 390.
- 395.
- 400.
405. El voltaje de salida e_s del amplificador (72), que es proporcional al voltaje e_s de la sonda del tipo de almohadilla, se aplica al transmisor de modulación de



200004

410. frecuencia (73) que ha sido arbitrariamente designado por canal (3). El canal (3), igualmente, tiene una frecuencia portadora seleccionada para proporcionar aislamiento adecuado con respecto a los otros canales. La frecuencia de salida Δf_3 del transmisor (73) variará igualmente en la proporción del voltaje de captación e_g . El transmisor (73) está igualmente provisto de un transformador adaptador T_3 . - - - - -

415.

Como el circuito calibrador no radía voltaje al interior de los substratos, su fuente de voltaje puede ser, bien el generador de la fuente de alimentación (45) del generador (60), bien cualquier otra fuente conveniente. En esta forma de realización se escogió el generador (60). La variación en la anchura del recinto del pozo es transmitida a través del sistema articulado mecánico (32) al potenciómetro (34). Así, la salida del potenciómetro (34) variará de acuerdo con la anchura del recinto del pozo. La salida del potenciómetro se aplica al amplificador (83) y subsiguientemente al transmisor modulado en frecuencia (84). La salida del transmisor Δf_s se aplica a un dispositivo transformador tal como el transformador T_5 . Un ejemplo de las frecuencias portadoras del transmisor para los canales (1) a (5) que proporcionan una separación adecuada es el siguiente: - - - -

420.

425.

430.

- 435.
- Canal 1 ---- 10 kilociclos
 - Canal 2 ---- 14 kilociclos
 - Canal 3 ---- 21 kilociclos
 - Canal 4 ---- 26 kilociclos
 - Canal 5 ---- 33 kilociclos

209004



440. Como la sonda de autopotencial esencialmente mide los voltajes que son del tipo de corriente continua, su electrodo de captación (35) está directamente conectado, a través de un filtro de paso bajo, al cable. El filtro de paso bajo no solamente sirve para impedir que el voltaje de la fuente de alimentación entre en el electrodo (35), sino que también sirve para impedir que la frecuencia transmitida desde los canales (1) a (5) sea aplicada al electrodo (35). El filtro de paso bajo (90) impide además que los voltajes del generador (45) y del generador (60) sean transportados por el electrodo de captación (35) al conductor (12). La capacidad (41) impide que cualquier señal de corriente continua que aparezca en el conductor (12) sea aplicada a la fuente de alimentación o a los circuitos de transmisión. Es evidente a una persona técnica en la materia que, si los filtros (42) y (55) tienen una entrada de capacidad, la capacidad (41) resultará superflua y puede ser eliminada.
445. Así el equipo para fondo de pozo proporciona un nuevo método de accionar las respectivas sondas simultáneamente, y además, proporciona medios para separar y medir adecuadamente todos los voltajes y corrientes requeridos.

450. Con referencia a figura 3, se ilustra otra forma de realización de figura 1. Se emplean números similares para partes similares siempre que es posible. En el caso en que sea usado un cable múltiple en los transmisores (canales 1 a 5), entonces se pueden eliminar los transformadores adaptadores T_1 a T_5 y el filtro de paso alto (55) y pueden substituirse por los conductores (74), (75), (76), (77) y (78). Los amplificadores respectivos
- 460.
- 465.

269004



tales como el amplificador (57) también pueden ser eliminados para pozos de sonda de poca profundidad o cuando se obtenga sin su inclusión una intensidad suficiente de señales. El equipo de superficie (ver figura 2) tendrá también que modificarse para resultar adaptable al cable múltiple. A este respecto, los receptores y el filtro de paso alto (96) serán eliminados. En su lugar, se pueden emplear amplificadores cuando sea necesario. Es evidente, al inspeccionar la figura 1 y figura 3, que se puede emplear cualquier combinación de las dos figuras. Por ejemplo cualquier combinación de los receptores de los transmisores puede substituir a los conductores de cable. Es evidente además que se puede proporcionar cualquier conductor adicional simple a cualquier transmisor simple. El método tal como ha sido descrito se ha propuesto porque un solo cable conductor es económicamente la mejor solución. Resulta evidente además que se proporciona una cooperación única entre la sonda del tipo de almohadilla y la sonda del tipo de enfoque de tres elementos al proporcionar la sonda del tipo de tres elementos los medios de corriente de retorno para la sonda del tipo de almohadilla. - - - - -

Con referencia a figura 2, se ilustra el equipo de registro de superficie. Se ilustra el extremo superior del cable (11) prolongándose fuera del pozo de sonda (9). No se ilustran carretes u otros medios de sostener el cable (11). El conductor (12) está conectado, a través de una capacidad (95), a la entrada de un filtro de paso alto (96). Una salida (97) del filtro de paso alto (96) está conectada a las entradas (98) de los receptores para los canales (1 a 5). Los receptores para los canales

269004



(1) y (2) tienen su equipo conectado a la entrada del detector de relación (99). La salida del detector de relación está conectada a la unidad de retardo (100). La salida de la unidad de retardo está conectada a un registro (102) a través de un detector (101). Las salidas de los receptores para los canales (3) y (4) están conectadas a un detector de relación (105). Su salida está conectada a un detector (106). La salida del detector (106) es registrada en el registro (107). Las salidas de los detectores (101) y (106) están además conectadas a un tercer detector de relación (108), cuya salida es registrada en el registro (109). La salida del canal (5) está conectada al registro (110) a través del detector (111).

Un generador de alimentación (115) para el suministro de energía en el fondo del pozo (43) (ver figura 1) está conectado al cable (11) y a la entrada de un filtro de paso bajo (116). El filtro de paso bajo tiene su salida conectada a la capacidad (95). El registro de autopotencial (120) está conectado al conductor (12) a través de un filtro de paso bajo (121). Su camino de retorno (122) está conectado a un captador remoto (123), que puede ser un piquete clavado en el suelo u otro dispositivo similar.

El accionamiento del equipo puede requerir referencia a figuras 2 y 1. El generador (115), que puede ser cualquier generador de tipo adecuado de la variedad electrónica, o accionado por motor, por ejemplo, suministra corriente, a través de un filtro de paso bajo, al conductor (12). El generador (115) puede ser de cualquier



- frecuencia adecuada, por ejemplo, 500 ciclos. Este generador proporciona la energía requerida para el accionamiento del equipo del fondo del pozo. La fuente de alimentación (43) está concebida para actuar desde el generador (115). El filtro de paso bajo (116) está insertado principalmente para proporcionar un camino de alta impedancia a las señales de control modeladas en frecuencia desde los transmisores del equipo de fondo de pozo.
530. Una capacidad (95) proporciona aislamiento para los circuitos de autopotencial que han sido captados desde el electrodo (35). El registrador (120), que está conectado directamente a la línea (12) a través del filtro de paso bajo (121), registra las variaciones de autopotencial. El filtro de
535. paso bajo (121) tiene una frecuencia de corte suficientemente baja para proporcionar un camino de alta impedancia tanto a f_p como a las señales de control moduladas en frecuencia. Así, el registrador (120) indicará solamente variaciones en autopotencial. Se puede insertar en el circuito una unidad de retardo (no ilustrada) similar a la unidad de retardo (100) antes del registro, si se desea la correlación de profundidad de la curva S.P. Otros métodos tales como quitar una parte del registro correspondiente al error en profundidad pueden ser también empleados. Los
540. varios receptores para los canales (1 a 5) tienen sus entradas (98) conectadas a la salida (97) del filtro de paso alto (96). El filtro de paso alto (96) tiene un corte suficientemente por encima de f_p para impedir que cualquier voltaje de la fuente de alimentación entre en las entradas de los receptores. Los receptores que forman parte de
545. los canales (1 a 5) pueden ser cualquier forma conocida
- 550.
- 555.



250004

560. de receptor de señal modulada en frecuencia que tenga suficiente ganancia y selectividad para diferenciar entre las varias señales controladas transmitidas. Cada uno de los receptores, desde luego, contendrá un discriminador, o cualquier otro dispositivo detector conocido de modulación de frecuencia, que reconvertirá las fluctuaciones de la frecuencia portadora en las correspondientes fluctuaciones de voltaje ampliadas. El canal (5) que mide el diámetro del recinto del pozo, tiene su salida conectada directamente a un dispositivo detector (111). La señal de salida del dispositivo detector (111) es registrada en cualquier registro (110) conocido, por ejemplo, un registro del tipo fotográfico o magnético. Una característica de esta invención es la aplicación del voltaje de salida del canal (1) y del canal (2) a un detector de relación. Como el canal (1) tiene un voltaje de salida proporcional a e_d y el canal (2) tiene un voltaje de salida proporcional a I_d , el detector de relación tendrá una salida proporcional a R_d . Esto es evidente según la ley de Ohm, que establece que la resistencia es igual al voltaje/corriente. La salida del receptor de relación (99) es entonces aplicada a una unidad de retardo (100). La unidad de retardo (100) puede tener cualquier forma de unidad de retardo conocida, tal como una cinta o tambor giratorio magnético, en el cual las cabezas del registro y del fonocaptor son accionadas a una discreta distancia una de otra, de modo que la información resultará retardada un tiempo proporcional a la distancia entre la sonda de enfoque sin almohadilla de tres electrodos y la sonda del tipo de almohadilla. Las señales de los receptores (3) y
- 565.
- 570.
- 575.
- 580.
- 585.



(4) que tenían sus salidas proporcionales a e_s y a I_s , respectivamente, son aplicadas al detector de relación (105). Se comprenderá que si la sonda del tipo de almohadilla y la sonda enfocada sin almohadilla están montadas de modo que sus electrodos de exploración (15) y (26) están en el mismo plano, la unidad de retardo (100) no será necesaria. La salida del detector de relación (105) es así proporcional a R_s o sea la resistencia de radiación de la sonda del tipo de almohadilla. Se utilizará entonces un registro (102) para registrar la resistencia R_d desde el detector (101). El registro (107) es asimismo utilizado para registrar R_s desde el detector (106). Sin embargo un tercer y singular registro es obtenido aplicando las salidas del detector (101) y del detector (106) a un tercer detector de relación (108). La salida del detector de relación (108) divide R_d y registra este valor en el registro (109). - - - - -

El accionamiento del equipo de superficie se explica de la manera siguiente: - - - - -

El autopotencial que está registrado en el registro (120) es aislado de las señales que suben por el cable (12) utilizando el filtro de paso bajo (121). La frecuencia de corte del filtro (121) está subsiguientemente por debajo de la frecuencia inferior transmitida sea hacia abajo sea hacia arriba del cable (12). En realidad la frecuencia de corte es preciso que sea solamente suficientemente alta para pasar un potencial continuo que fluctúa muy lentamente. Así una frecuencia de corte de 50 a 100 ciclos sería perfectamente adecuada. Una ca-



620. pacidad (95) aísla cualquier potencial continuo en el conductor (12) del resto del circuito. El generador (115) proporciona una fuerza motriz de excitación para la fuente de alimentación del fondo del pozo. El filtro de paso bajo (116) tiene una frecuencia de corte suministrada más alta que la frecuencia del generador (115), por ejemplo, una frecuencia de 500 ciclos. La frecuencia de corte del filtro puede ser 550 ciclos. Se comprende, desde luego, que el filtro podría ser un filtro de paso de banda además de
625. un filtro de paso bajo. El equipo receptor está protegido de señales indeseables por el filtro de paso alto (96). Las señales de los canales (1 a 5) son aplicadas a través de un conductor (12) a las entradas de los receptores para los canales (1 a 5) simultáneamente. Como cada receptor estará sintonizado a la frecuencia de su correspondiente transmisor, recibirá solamente la señal de este transmisor. El canal (5), que registra la anchura del recinto del pozo, está conectado directamente a un dispositivo registrador tal como un registro magnético. Los canales
630. (1 a 4), sin embargo, no son registrados directamente pero están combinados para formar un nuevo y original tipo de presentación de registro que da lugar a un registro con una información mucho más identificable que cualquiera otra obtenida hasta la fecha. Siendo las salidas
635. de los canales (1 y 2) la medida de voltaje y de la corriente, respectivamente, de la almohadilla enfocada de tres electrodos, son combinadas a la entrada del detector de relación (99) y divididas de modo que la salida e_d/I_d será una indicación de la resistencia de radiación (R_d)
640. de la sonda del tipo enfocado sin almohadilla de tres
- 645.



10004

- electrodos. Los canales (3 y 4), igualmente, están aplicados al detector de relación de modo que la salida e_g/I_g es igual a la resistencia de radiación (R_g) de la sonda del tipo de almohadilla. Como la sonda enfocada de tres
650. electrodos está encima de la sonda del tipo de almohadilla, es evidente que las dos no miden la misma porción del substrato en el mismo instante; sin embargo, ambas unidades están físicamente unidas de modo que transcurre un tiempo limitado entre el tiempo en que la sonda de
655. tres elementos mide un estrato particular y el tiempo en que lo mide la sonda del tipo de almohadilla, estando determinado este tiempo por la distancia entre las sondas. Se ha dispuesto una unidad de retardo (100) para introducir un retardo en el voltaje procedente del detector de
660. relación (99); los voltajes son entonces detectados de la manera usual en los detectores (101) y (106) y registrados en los registros (102) y (107). Aun cuando los registros (102) y (107) proporcionan información relativa a la resistencia de radiación de una parte correspondiente de
665. estratos subterráneos, todavía se desea un método para localizar los estratos subterráneos capaces de contener depósitos de hidrocarburos. Con referencia a figura 4B, se ilustra un gráfico de la resistencia R_g en función de la profundidad para la sonda del tipo enfocado de tres electrodos sin almohadilla. La figura 4C, igualmente, ilustra un gráfico de R_g en función de la misma profundidad que figura 4B. Figura 4A ilustra posibles formaciones en la profundidad ilustrada en los gráficos de figuras 4B y 4C. Inspeccionando ambas figuras 4B y 4C, es evidente que tiene que efectuarse un estudio cuidadoso de ambas figuras
- 670.
- 675.



- simultáneamente a fin de obtener alguna indicación de las formaciones de hidrocarburos. Por ejemplo, a 1050 pies (320,04 metros) se observa una formación que contiene petróleo, arena y agua. Sin embargo, la formación que
680. contiene petróleo aparece sólo ligeramente si se examinan las figuras 4B y 4C. La figura 4B revela un cierto porcentaje de porosidad entre 1050 y 1072 pies (320,04 y 326,74 metros). Igualmente, la sonda del tipo de almohadilla indicaba durante este período un ligero descenso en la resistencia. Sin embargo, para un observador que no sea
685. técnico en la materia, los cambios eran solamente muy ligeros. Nuevas observaciones de figuras 4B y 4C en los puntos (130) y (131), ilustran una variación en la resistencia de las sondas respectivas. Igualmente, en (132) y (133)
690. aparece una variación en la resistencia indicada en figuras 4B y 4C. Estos cambios tampoco serían tan evidentes a una persona poco técnica en la materia. Para provocar que estas ligeras variaciones de resistencia aparezcan fácilmente y sean muy sobresalientes, las salidas de los detectores (101) y (106) se aplican a un tercer detector de relación (108). El voltaje de salida del detector (108)
695. representa la división de la resistencia R_d de la sonda enfocada de tres electrodos por la resistencia R_g de la sonda del tipo de almohadilla. El voltaje así obtenido provocará una presentación vívida de las formaciones que sean posibles de
700. depósitos de hidrocarburo. La salida del detector de relación (108) que es registrada en (109) aparece ilustrada en figura 4D. En este caso, es evidente que en (135) se halla situado un posible depósito de hidrocarburos a
705. 1050 pies (320,04 metros). En (136) y (137) se ilustran indicaciones de más hidrocarburos. El registro así produ-



cido presenta un panorama muy claro que reducirá en gran manera el tedioso tiempo de examen requerido por un registro prolongado. - - - - -

710. Así, se ha divulgado un sistema que proporciona una correlación exacta entre varias sondas registradoras que ha sido imposible hasta ahora. Elimina además las grandes dificultades de tomar en consideración el alargamiento del cable y otras conocidas causas de dificultades de correlación al registrar un pozo. - - - - -

715. Aunque esta invención ha sido descrita con respecto a unas formas de realización particulares de la misma, no ha de ser limitada a ellas, pues se pueden efectuar cambios y modificaciones en la misma que están dentro del espíritu y el marco de la invención. - - - - -

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España y todos sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - - - - -

R E I V I N D I C A C I O N E S

725. 1. Método para registrar eléctricamente un pozo de sonda, caracterizado porque comprende: introducir en dicho pozo de sonda una pluralidad de dispositivos registradores unidos mecánicamente, transmitir señales desde cada uno de dichos dispositivos registradores, teniendo cada una de dichas señales una frecuencia distinta, recibir selectivamente dichas señales transmitidas después de que dichas señales han atravesado unos estratos subgeológicos, y registrar dichas señales recibidas selectivamente con lo

730.



735. cual pueden observarse las variaciones eléctricas correspondientes a las variaciones en dichos estratos subgeológicos. - - - - -

740. 2. Método para registrar eléctricamente un pozo de sonda, caracterizado porque comprende: introducir en dicho pozo de sonda una pluralidad de dispositivos registradores unidos mecánicamente, transmitir señales desde cada uno de dichos dispositivos registradores, teniendo cada una de las señales transmitidas una frecuencia distinta, recibir selectivamente dichas señales transmitidas después que dichas señales han atravesado unos estratos subgeológicos, registrar dichas señales recibidas selectivamente, retardar algunas de dichas señales recibidas selectivamente en un grado correspondiente a las variaciones de profundidad de dichos dispositivos registradores unidos mecánicamente. - - - - -

745. 3. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque dichas señales transmitidas comprenden por lo menos dos señales que tienen características de penetración substancialmente diferentes. - - - - -

750. 4. Método según la reivindicación 2, caracterizado además porque todas dichas señales transmitidas son radiadas en planos substancialmente idénticos, estando dispuestos dichos planos perpendicularmente a los ejes de dichos dispositivos registradores. - - - - -

755. 5. Método para registrar eléctricamente un pozo de sonda, caracterizado porque, para accionar simultáneamente más de un dispositivo registrador eléctrico en un



765. pozo de sonda, se juntan axialmente una pluralidad de dispositivos registradores, eléctricos, se introducen dichos dispositivos registradores en un pozo de sonda, se transmite una señal electromagnética desde cada uno de dichos dispositivos registradores, teniendo cada una de dichas señales electromagnéticas una frecuencia pre-determinada que es diferente de cualquier otra señal transmitida desde dicha pluralidad de dispositivos registradores, se reciben dichas señales electromagnéticas en una posición remota habiendo atravesado dichas señales unos estratos geológicos, se miden las corrientes de señal transmitidas por dichos dispositivos registradores, se comunican las señales recibidas y dichas corrientes de señal transmitidas medidas a la superficie de dicho pozo de sonda, se registran dichas señales recibidas selectivamente, con lo cual pueden apreciarse las variaciones eléctricas correspondientes a las variaciones de dichos estratos subgeológicos. - - - - -
- 770.
- 775.
- 780.

6. Método según la reivindicación 5, caracterizado además porque por lo menos una de las señales comunicadas desde la pluralidad de dispositivos registradores es retardada un tiempo correspondiente a sus diferencias físicas en profundidad. - - - - -

7. Método para registrar eléctricamente un pozo de sonda, caracterizado porque para registrar una pluralidad de voltajes recibidos de una pluralidad de sondas registradoras eléctricas accionadas simultáneamente, se recibe una primera y una segunda señal de una primera sonda, correspondiendo dichas primera y segunda

790.



- señales a los voltajes recibidos y a las corrientes transmitidas respectivamente, se forma una primera relación con la relación entre dichos primero y segundo voltajes, se recibe un tercero y un cuarto voltajes, correspondiendo dichos tercero y cuarto voltajes respectivamente al voltaje recibido y a la corriente transmitida por una segunda sonda, se forma una segunda relación de voltajes correspondiente a la relación entre dichos tercero y cuarto voltajes, se ajusta el sincronismo temporal de dichas primera y segunda relaciones de voltajes en correspondencia con la diferencia de profundidad de dichas primera y segunda sondas, se forma una tercera relación de voltajes mediante la obtención de una relación entre dichas primera y segunda relaciones de voltajes, y se registra dicha tercera relación de voltajes en sincronismo temporal con la posición de dichas sondas. - - - - -
- 795.
- 800.
- 805.
810. 8. Método según la reivindicación 7, caracterizado además porque dichas primera y segunda relaciones de voltajes están registradas en sincronismo temporal con el movimiento de dicha sonda. - - - - -
815. 9, Método según la reivindicación 7, caracterizado además en que el primero y el segundo voltajes de relación están ajustados en sincronismo temporal al provocarse que uno de dichos voltajes sea retardado un tiempo correspondiente a la diferencia en profundidad de dichas primera y segunda sondas.- - - - -
820. 10. Método para registrar eléctricamente un pozo de sonda, caracterizado porque, para accionar una pluralidad de registros eléctricos substancialmente simultáneamente,

269004



825. se combinan en una estructura compuesta una pluralidad de registros eléctricos, se introduce dicha estructura compuesta en el interior de un pozo de sonda generando un voltaje, se aplica dicho voltaje generado sucesivamente a dicha pluralidad de registros, se recibe dicho voltaje generado sucesivamente en un captador remoto, habiendo atravesado dicho voltaje unos substratos geológicos, se reciben sucesivamente dichas señales en sincronismo temporal con dichas señales transmitidas sucesivamente, se comunican dichas señales recibidas sucesivamente a la superficie de dicho pozo de sonda, se separan dichas señales recibidas individualmente en canales separados y se registran las salidas de dichos canales separados. - - - -

835. 11. Método para registrar eléctricamente un pozo de sonda, caracterizado por constituir una única sonda compuesta con una pluralidad de sondas individuales, bajar dicha sonda de nueva constitución al interior del pozo de sonda, transmitir desde cada una de dichas sondas una señal distintiva, recibir en una posición remota la señal distintiva transmitida, comunicar dichas señales recibidas a la superficie de dicho pozo de sonda, registrar individualmente cada una de dichas señales distintivas recibidas. - - - - -

840. 12. Método según la reivindicación 11, caracterizado además porque dicha señal es distintiva en su frecuencia. - - - - -

845. 13. Método según la reivindicación 11, caracterizado además porque dicha señal es distintiva porque ocurre en relación temporal con dichas restantes señales.



14. Método para registrar eléctricamente un pozo de sonda, caracterizado porque para obtener el registro de la resistencia de una formación geológica, se reciben los voltajes de salida de una sonda de medición de resistencia en la cual un voltaje es proporcional a la corriente de señales transmitida desde dicha sonda y el otro voltaje es proporcional al voltaje recibido desde dicha sonda, se detecta la relación entre el voltaje recibido y la corriente transmitida y se registra el voltaje de salida resultante. - - - - -

855.

860.

15. "METODO PARA REGISTRAR ELECTRICAMENTE UN POZO DE SONDA". - - - - -

Todo ello según se describe y reivindica en la presente memoria que consta de treinta y una hojas foliadas y mecanografiadas por una sola de sus caras y de cuatro láminas de dibujos que la ilustran.

866.

Barcelona, 27 Junio 1961.
 MARCELINO CURELL SUÑOL
 P. P. P. A.

Carrocin



268004

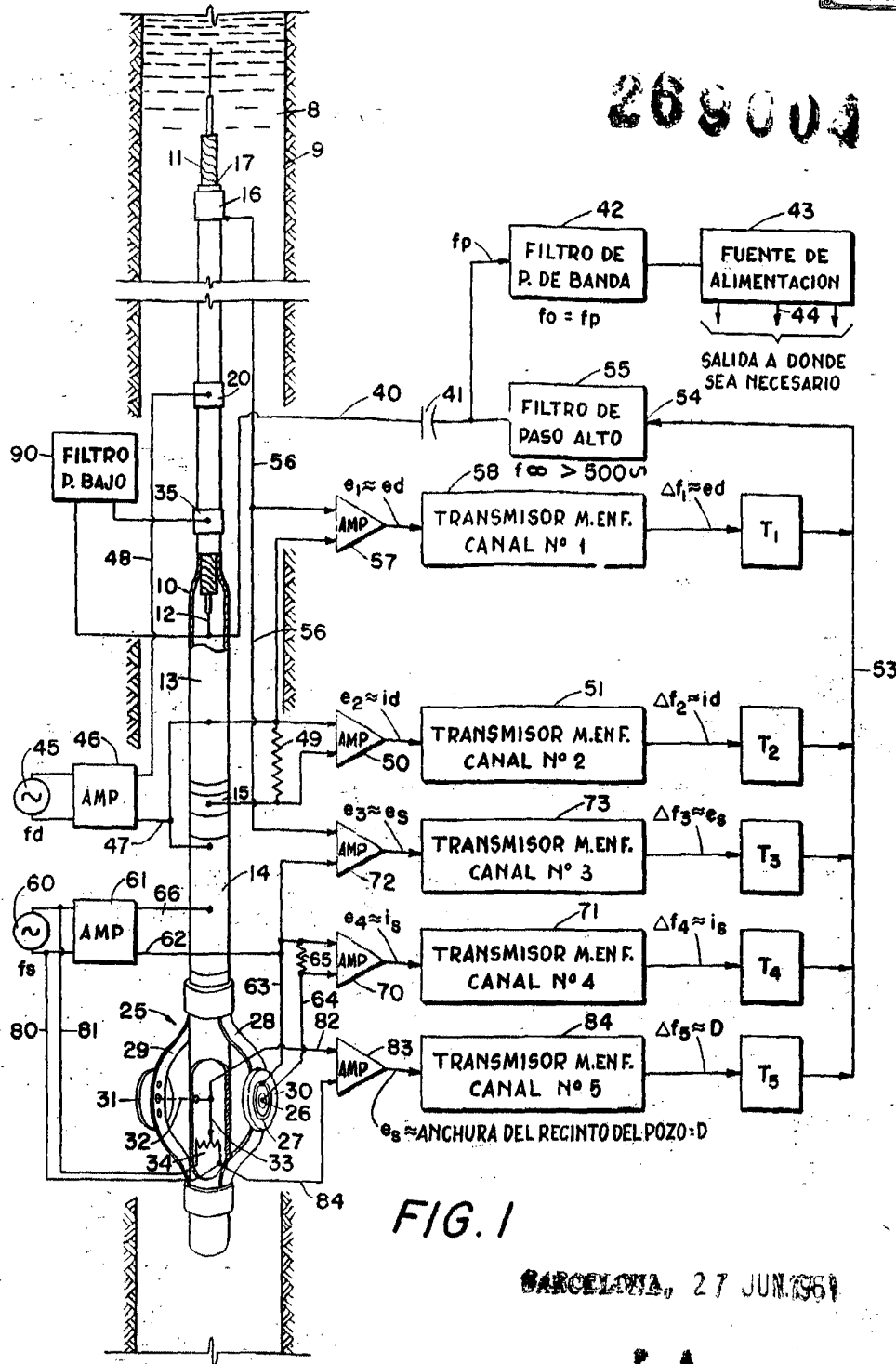


FIG. 1

BARCELONA, 27 JUN 1961

P. A.

[Handwritten signature]

Escala variable

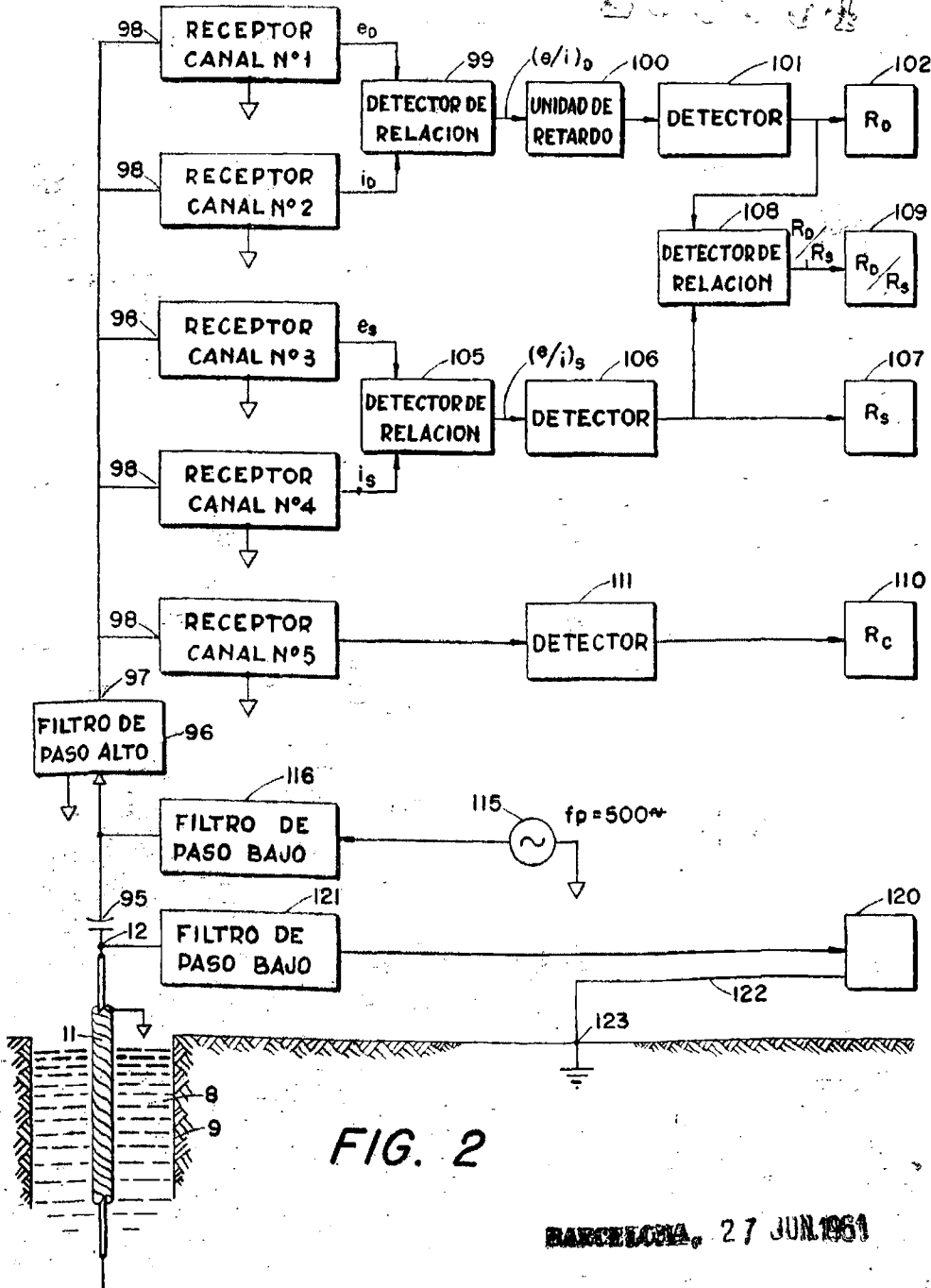


FIG. 2

BARCELONA, 27 JUN 1961

4
Curry

Escala variable

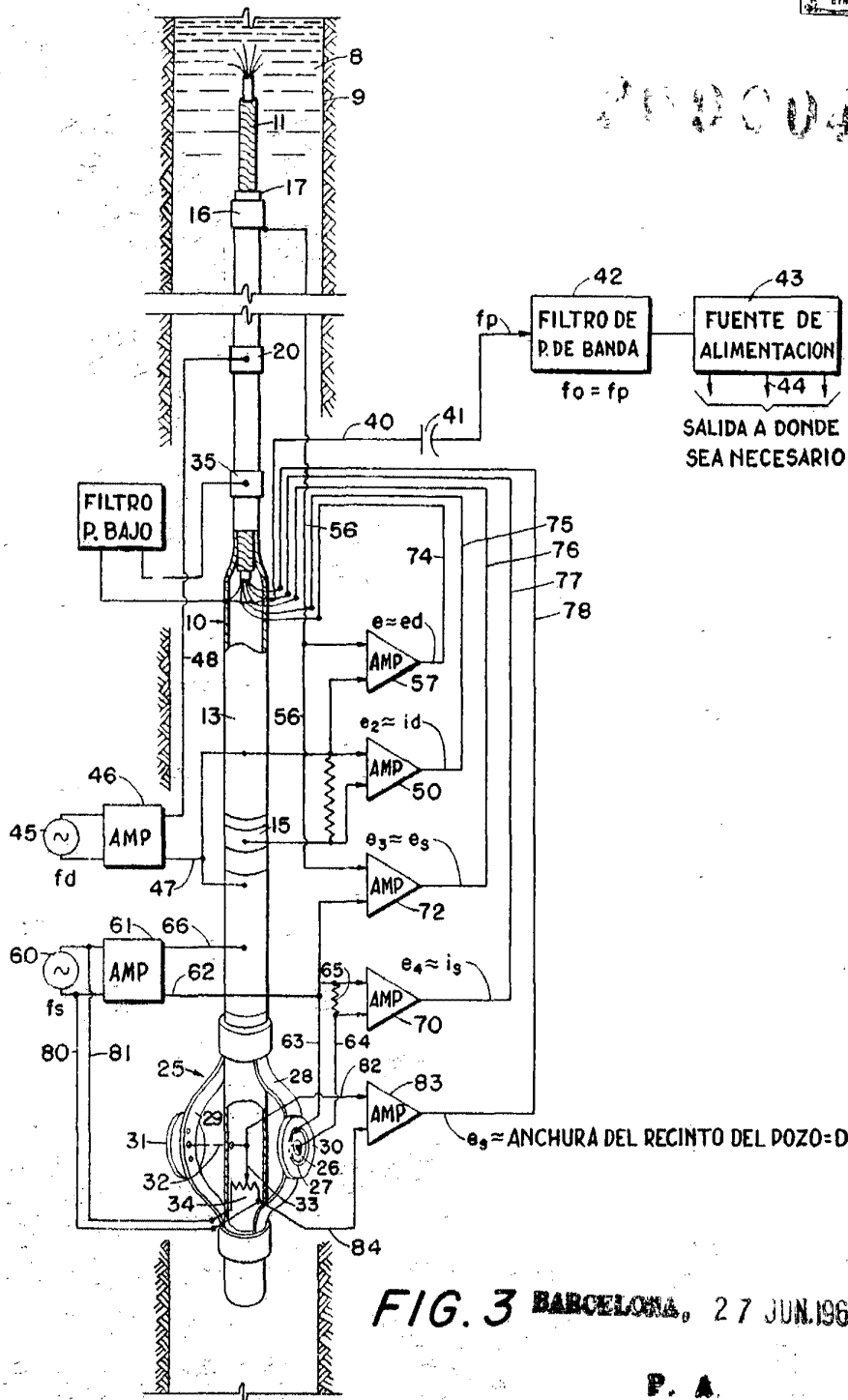


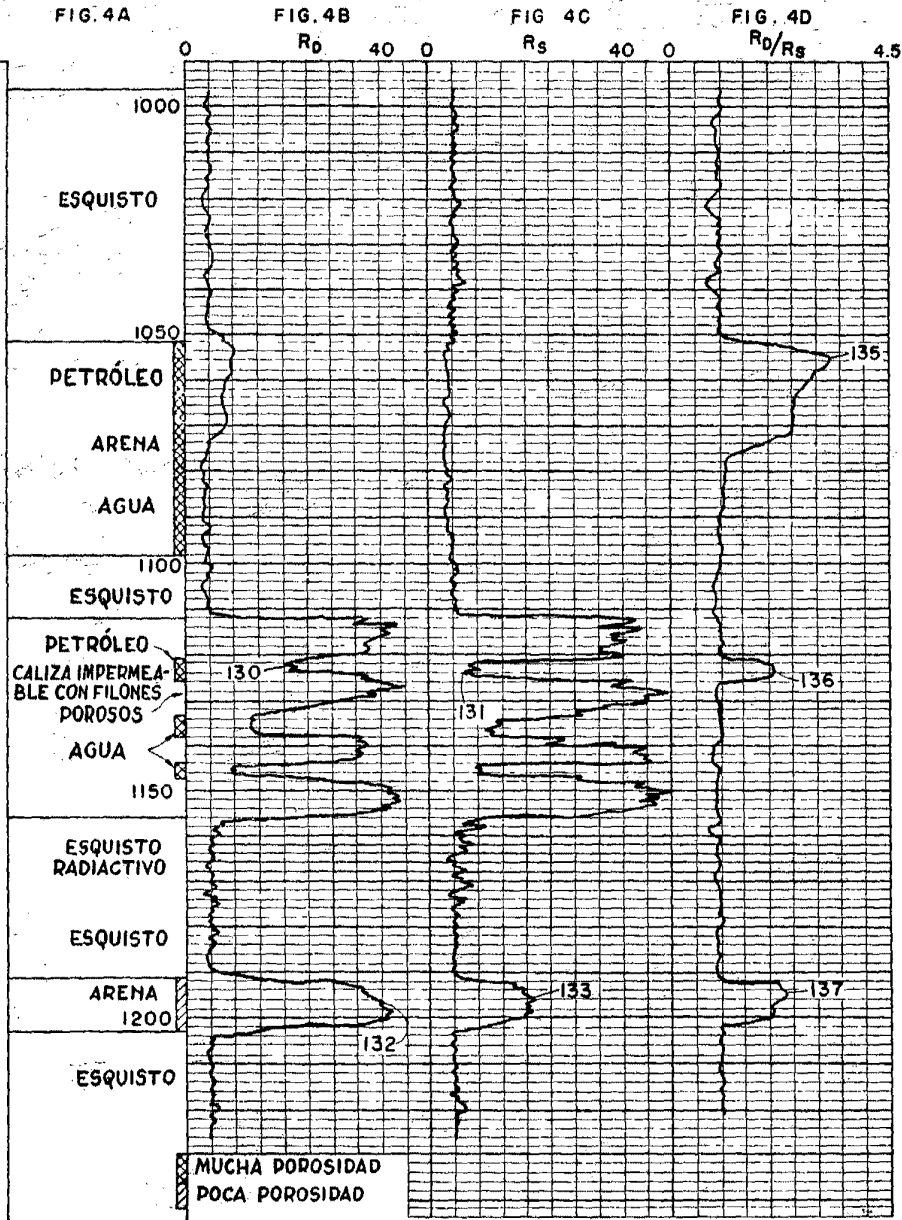
FIG. 3 BARCELONA, 27 JUN. 1961

P. A.

Escala variable



26904



BARCELONA, 27 JUN 1961

F A
Curry

Escala variable