

340299

1^{er} CERTIFICADO DE ADICION

U.S. Ser. 594.077.

340299



G 01V 3/06, E 21 D 7/10
Memoria Descriptiva

sobre:

"Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal n° 331.275, presentada el 15 de septiembre de 1.966, por: "PROCEDIMIENTO PARA LA MEDICION DE LA DISTANCIA EXISTENTE HASTA UNA PLURALIDAD DE COSTADOS O LADOS DE UN CUERPO SALINO"

Solicitante: CHEVRON RESEARCH COMPANY, entidad norteamericana, residente en 200 Bush Street, San Francisco, California 94120, EE.UU. de A.

La presente invención se relaciona con la perforación de pozos petrolíferos y más particularmente con un método para ayudar al técnico de la perforadora a rectificar un taladro que, por error, accidente, etc., ha penetrado en una formación rocosa maciza de materia-

5.



340299

les químicamente depositados, tales como sedimentación o depósitos químicamente precipitados de sal de roca (halita), anhidrita, piedra caliza, etc., en contacto con reservas de petróleo adyacentes al lado o fondo del taladro.

5.

De acuerdo con la presente invención, el grado de desviación de un taladro de pozo, a fin de encontrar las reservas de petróleo asociadas a esos tipos de formaciones, es guiado mediante información obtenida por irradiación de la formación con radiaciones electromagnéticas para medir la distancia desde el taladro a la interfase de la formación, tanto si la interfase se extiende por debajo o a cierta distancia lateral del taladro del pozo y, con este conocimiento, el técnico rectifica el taladro del pozo para encontrar las reservas de petróleo.

10.

15.

En la exploración de petróleo y gas, es sabido que pueden hallarse presentes acumulaciones comerciales de petróleo y gas en reservas asociadas a formaciones rocosas macizas de materiales químicamente depositados, tales como sal de roca, anhidrita, piedra caliza, etc. Por ejemplo, en la región centromeridional de los Estados Unidos, se encuentran generalmente las acumulaciones de petróleo, si las hay, en las formaciones sedimentarias directamente adyacentes a una bóveda de sal. Generalmente se supone que estas acumulaciones se producen porque los lechos sedimentarios son levantados por la intrusión ascendente de la bóveda salina en las capas sedimentarias. La inclinación ascendente de los lechos en la interfase crea una bolsa o trampa en

20.

25.

30.



19 MAY. 1957

340299

la que puede acumularse petróleo y gas mediante separación por gravedad de otros flúidos de la formación.

- Análogamente, en la exploración de gas y petróleo en formaciones terrestres que en otro tiempo estuvieron bajo el nivel del mar, se sabe que el petróleo puede encontrarse presente en filones de piedra caliza porosa formados en el borde de las cuencas marinas. Estos filones ascendían pronunciadamente en otro tiempo desde los fondos oceánicos y luego quedaron enterrados por materiales ulteriormente depositados. La reciente evidencia geológica indica que este material sedimentario situado alrededor de los filones no constituye necesariamente el tipo de formaciones impermeables generalmente asociadas a las trampas sedimentarias de petróleo, tales como pizarra, sino que pueden formarse por materiales químicamente depositados, tales como sal de roca, anhidrita o piedra caliza densa. Estos materiales químicamente depositados presentan un espacio poroso extremadamente pequeño, de manera que el petróleo o gas puede quedar atrapado dentro del filón y acumularse mediante separación por gravedad de los flúidos de la formación.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

- Aunque el emplazamiento y forma generales de una bóveda de sal o un filón rodeados por estos materiales químicamente depositados pueden determinarse en la superficie de la tierra mediante técnicas de prospección por gravedad o sísmicas, se ha observado que el exacto emplazamiento de las reservas de petróleo asociadas a esas estructuras sólo puede determinarse con frecuencia mediante la perforación efectiva de un pozo. Esto se debe a que las formas de la bóveda salina o filón, con frecuen-
- 25.
- 30.



- 4 -

340299

5. cia irregulares en las profundidades de interés, no son claramente definidas por los datos sísmicos superficiales. Aún cuando de hecho se perfore, si el taladro penetrase, por accidente o causa similar, en la bóveda salina o en las formaciones rocosas que rodean al filón, el técnico seguirá estando ante la duda de la dirección adecuada que debe seguir la perforación para encontrar la reserva de petróleo. Por ejemplo, si ha perforado en una bóveda salina, deberá considerar si ha de continuar la perforación a lo largo de la misma dirección del taladro del pozo, suponiendo que este taladro se encuentre en un borde o proyección salina, o si debe desviarse del centro de la bóveda hacia la interfase de los lechos sedimentarios y la citada bóveda, suponiendo que esta última presente una configuración más parecida a la de una pirámide. En consecuencia, el objeto principal de esta invención es delinear con precisión, a partir de un taladro, la posición de una interfase de la formación rocosa maciza de material químicamente depositado, adyacente a una estructura o reserva que contenga petróleo, después de que el taladro del pozo ha penetrado en formaciones rocosas químicamente depositadas, por error, accidente, etc., de manera que el taladro del pozo pueda rectificarse luego con suficiente precisión para penetrar en la reserva.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

30. En nuestra patente estadounidense n° 3.286.163, publicada el 5 de noviembre de 1.966, "Method for Mapping a Salt Dome at Depth by Measuring the Travel Time of Electromagnetic Energy Emitted from a Borehole Drilled Within the Salt Dome", proponíamos el uso de radiación

340299

- electromagnética desde un taladro deliberadamente practicado en una bóveda salina para trazar sus paredes laterales a fin de guiar con precisión la subsiguiente perforación de los pozos para penetrar en los lechos sedimentarios adyacentes a las paredes laterales de la
5. bóveda. En el presente método, extendemos el uso de la técnica de alcance electromagnético para su utilización en formaciones rocosas macizas de materiales químicamente depositados, incluyendo bóvedas salinas y las formaciones rocosas químicamente depositadas que rodean a los
10. filones, para guiar la rectificación del taladro del pozo a fin de encontrar reservas de petróleo asociadas a este tipo de estructura después de que el taladro ha entrado, por accidente, error, etc., en tales formaciones rocosas macizas.
- 15.

Otros objetos y ventajas de la invención resultarán evidentes con la siguiente descripción detallada, considerada en relación con los dibujos adjuntos, que forman parte de esta descripción.

20. En los dibujos:

- La figura 1, es una vista en sección de un taladro que penetra en una bóveda salina e ilustra la posición de una sonda transmisora y receptora de energía electromagnética, dentro del taladro del pozo y junto
25. con el equipo asociado situado en la superficie de la tierra, para detectar y registrar la distancia a la interfase entre la bóveda salina y las formaciones sedimentarias que contienen petróleo, tanto al lado como por debajo del taladro, después de que éste último ha penetrado en la bóveda salina por accidente, error, etc.,
- 30.



9 MAY. 1957

- 6 -

340299

La figura 1A, ilustra con mayor detalle una antena transmisora y receptora, útil en el sistema de la figura 1.

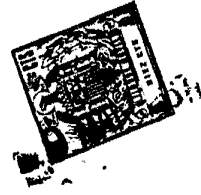
5. La figura 2, es una vista en sección de un taladro de pozo que penetra en una formación rocosa químicamente depositada, formada alrededor de un filón que contiene petróleo, ilustrando también la posición de una sonda transmisora y receptora de energía electromagnética dentro del taladro del pozo, junto con equipo asociado en la superficie de la tierra para medir y detectar la distancia al filón desde el taladro del pozo, tanto al lado como debajo de dicho taladro.

10. La figura 3, es un diagrama de formas de ondas, útil para comprender un sistema radiante modulador de frecuencia, para alcanzar hasta una interfase, cuando la interfase a trazar desde el taladro del pozo está cerca de éste.

15. La figura 4, es un diagrama esquemático de un transmisor-receptor y circuitos asociados para determinar la distancia lateral en el sistema de alcance modulador de frecuencia.

20. La figura 5, ilustra un sistema de antena variante, útil para trazar una interfase situada por debajo del fondo del taladro del pozo; y

25. La figura 6, ilustra con mayor detalle una sonda registradora que incluye un sistema de antena con pulsación electromagnética, útil para determinar la distancia lateral a una interfase desde un taladro, de acuerdo con el método de la presente invención.



340299

- Seguidamente se hará referencia a los dibujos. En particular, la figura 1 indica esquemáticamente el uso de un método de esta invención para trazar, a profundidad, el emplazamiento de la pared de la bóveda salina 10 después de que el taladro 11 del pozo ha penetrado en dicha bóveda por error, accidente, etc. La finalidad de tal trazado es la de ayudar al técnico en la determinación de la dirección que debe seguir el taladro del pozo para encontrar lechos sedimentarios 12, 13 y 14 junto a la bóveda salina. Como se muestra, estos lechos están normalmente inclinados hacia arriba por la intrusión de la bóveda salina 10 a través de los lechos después de haber sido depositados horizontalmente. En tales casos, la bóveda salina puede formarse presentando una proyección 15, de manera que después de que el taladro del pozo ha penetrado en la proyección, queda una considerable duda en cuanto a la dirección que debe seguir el taladro del pozo para encontrar los lechos sedimentarios 12 y 14 que contienen petróleo (el emplazamiento y dirección iniciales del taladro 11 para encontrar los lechos 12, 13 y 14 se basan en datos obtenidos de las operaciones sísmicas en la superficie superior, con frecuencia inconcluyentes a las profundidades de interés). Evidentemente, si se conocen los emplazamientos horizontales y verticales exactos de la pared de la bóveda, es decir al lado y directamente por debajo del taladro del pozo, el técnico puede rectificar la perforación del pozo de la manera más económica para encontrar las reservas de petróleo 16 y 17. En algunos casos, la manera más económica puede consistir en abandonar la
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



340299

- perforación y perforar un nuevo pozo en un nuevo emplazamiento sobre la superficie terrestre. A este respecto, los costos ya producidos en la realización de la perforación, frente a los costos de realización de un nuevo pozo en un lugar diferente de la superficie terrestre, se utilizan a efectos de comparación; entre los factores que afectan a la decisión son la profundidad del pozo actual, la distancia a la interfase, la extensión y situación de la envoltura en posición, la facilidad de desviación del pozo, etc.
- 5.
- 10.

- La figura 2, ilustra esquemáticamente el uso del método de la presente invención en otra aplicación. Como se muestra, un taladro 20 penetra en una formación terrestre 21 constituida por un material químicamente depositado, tal como sal de roca (halita), anhídrita o piedra caliza densa, adyacente a un filón 22, por ejemplo de piedra caliza que contiene reservas de petróleo (no mostradas). La finalidad del taladro 20 es la de penetrar en el filón 22 para desarrollar tales reservas. El filón 22, junto con la formación circundante 21, constituidos por material impermeable, forman unas trampas para acumulación por gravedad del petróleo de otros flúidos de la formación asociados a la formación del filón 22. Cuando el taladro ha penetrado en la formación adyacente 21 por accidente, error, etc., puede haber una considerable duda en el técnico de la perforadora en cuanto a la dirección adecuada que debe seguir el taladro para penetrar en el filón 22, por la misma razón anteriormente mencionada. El método de la presente invención es útil para trazar, a profundidad, la locali-
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



340299

- zación horizontal y vertical de la interfase del filón 22, tanto al lado como debajo del taladro, para guiar al perforador en cuanto a seleccionar una dirección para el taladro 20 que penetre en el filón y permita el desarrollo de su petróleo. Si se conoce la posición horizontal o vertical de la interfase del filón 22, el taladro puede ser rectificado por el taladrador de la manera más económica para encontrar el filón.
- 5.
10. En la práctica de la presente invención la sonda registradora 24 está sustentada por el cable 25 dentro del taladro de pozo que penetra en la formación de interés, por ejemplo el taladro 11 dentro de la bóveda salina 10 (figura 1), para trazar la situación horizontal y vertical de la interfase de la bóveda citada,
15. o según otro ejemplo, dentro del taladro 20 de una formación 21 para trazar la interfase del filón 22 (figura 2). La distancia a la interfase de la bóveda salina o al filón desde el taladro se determina transmitiendo energía electromagnética pulsada o de frecuencia modulada a través de la formación adyacente que rodea al taladro y detectando la porción de la energía reflejada desde la interfase. Midiendo el tiempo transcurrido entre la transmisión y la recepción de la energía electromagnética, medida por análisis de los impulsos salientes y entrantes o análisis de sus diferencias de frecuencias,
20. puede indicarse y exponerse la interfase de la bóveda 10 o del filón 22 en la superficie de la tierra, por cuanto se conoce la velocidad de la energía en la formación.
- 25.
30. En la práctica del método de la presente invención, la energía electromagnética tiene una frecuen-



340299

5. cia del orden de 10^6 hertz por lo menos, pero no superior a 10^{11} hertz, de manera que se propague dentro de la formación adyacente que rodea al taladro, sin ninguna indebida dispersión o atenuación, para definir el emplazamiento de la bóveda salina o del filón respecto al taladro. Se ha observado en mediciones de pérdida de tangente, en muestras de halita tomadas de bóvedas salinas efectivas, que el método de esta invención opera con máxima eficiencia a unas frecuencias incluidas dentro de los valores antes mencionados. Se sabe también, en la cristalización de la sal, para formar una bóveda salina o en la formación de lechos sedimentarios de halita, anhidrita o piedra caliza densa alrededor de un filón, que frecuentemente quedan pequeñas bolsas de la salmuera original. Estas bolsas de agua salada saturada tendrán unas dimensiones de unos milímetros pero raras veces incluyen grandes cantidades o grandes bolsas, debido al pequeño tamaño de poros de estas formaciones. En consecuencia, las ondas electromagnéticas se desplazarán a través de estas formaciones relativamente homogéneas y volverán por reflexión desde la interfase alejada respecto al taladro, sin ninguna atenuación ni dispersión indebidas de las ondas.
- 10.
- 15.
- 20.

25. El equipo registrador superficial destinado a indicar la distancia a la interfase de la bóveda salina o del filón se indica en 18 en las figuras 1 y 2 e incluye 3 indicadores: Para profundidad, 26, para distancia, 27 y para azimut, 28. El indicador de profundidad 26 muestra la profundidad de trazado de la sonda 24 dentro de los taladros 11 y 20. La profundidad de trazado es
- 30.



340299

- medida por la polea 29; a su vez, la polea 29 se muestra en el indicador 26. La distancia desde el taladro a la interfase trazada a la profundidad de trazado es indicada por el tiempo transcurrido entre la transmisión y la recepción de la energía electromagnética en la sonda 24 y la velocidad conocida de la energía en la formación. El tiempo puede indicarse de dos maneras: Analizando el tiempo transcurrido entre la emisión y la recepción de impulsos de la energía o determinando las diferencias de frecuencia de la energía transmitida y recibida al variarse la frecuencia de salida. La dirección azimutal de la energía radiada, si se utiliza una emisión directiva, puede indicarse mediante el indicador de posición 28, aquí mostrado en forma de osciloscopio. Asociando físicamente el indicador de profundidad 26, el indicador de distancia 27 y el indicador azimutal 28, puede asimilarse la información de las 3 unidades para indicar la distancia y dirección de la interfase trazada respecto al taladro, ya sea al lado de la sonda registradora o por debajo de ella. Con esta información, el perforador redirige el taladro del pozo de la manera más económica para encontrar reservas de petróleo asociadas a las bóvedas y filones.

- En el trazado de una interfase, de acuerdo con la presente invención, la sonda 24 se mantiene preferiblemente estacionaria en un punto muy próximo o en contacto con la pared inferior 23 del taladro. La preferida profundidad de trazado permitirá así al técnico aprovechar al máximo la extensión ya taladrada de la perforación. Las antenas situadas dentro de la sonda a la preferida profundidad de trazado pueden tener también un esque-



- 12 -

340299

5. ma de radiación azimutalmente omnidireccional, como por ejemplo proporciona una antena dipolar. En tales aplicaciones, la primera señal recibida en el indicador de distancia 27 representa la más próxima interfase de la bóveda salina o filón trazados. La dirección azimutal de la interfase puede obtenerse aproximadamente con referencia a datos sónicos superficiales.

10. Sin embargo, cuando los datos sónicos superficiales son inconcluyentes, puede ser deseable utilizar antenas que posean un esquema más directivo en azimut que en la figura 1A. Como se indica, las antenas transmisoras y receptoras 30 y 31 se ilustran sustentadas dentro del alojamiento 32 sobre cojinetes 33 y tienen sus extremos abocinados como se ilustra. Se denominan antenas de trompeta y pueden cargarse dieléctricamente para reducir sus dimensiones a las frecuencias de interés. Estas antenas son muy útiles cuando sus ejes principales de radiación son sustancialmente normales a la interfase de la bóveda salina o filón a trazar. En consecuencia, como el emplazamiento de tales interfases varía en azimut respecto al taladro del pozo, puede conectarse un rotor 35 a las antenas mediante engranajes 36 y 37 para su rotación controlada alrededor del eje del taladro del pozo. El rotor 35 incluye un detector adecuadamente conectado por conductores que forman una porción del cable 25 para el indicador 28 situado en la superficie de la tierra que indica azimutalmente la dirección de la energía lanzada y recibida. La rotación del rotor 35 se inicia mediante un circuito asociado dentro de la sonda y en la superficie de la tierra, bien

15.

20.

25.

30.



19 MAY 1950

- 13 -

340299

conocido en el arte del control.

5. La figura 5, ilustra un sistema variante de antena directiva dentro de la sonda 24, útil para dirigir energía electromagnética en sentido descendente a través de la pared inferior 23 del taladro del pozo. Como se indica se emite energía electromagnética en la gama de frecuencias antes mencionadas desde una antena de trompeta transmisora 40, cuya energía puede ser de frecuencia modulada o pulsada. Aunque la antena 40 se
10. ilustra como estacionaria en azimut respecto a la sonda 30, de manera que transmita energía a la formación situada por debajo del taladro del pozo sólo en una dirección descendente, puede dotarse de mecanismos adecuados, tales como engranajes energizados por un rotor de antena a través de un circuito apropiado, para ponerla en rotación
15. alrededor de un eje normal al del taladro del pozo. Esto puede ser deseable cuando el técnico desea obtener una visión más extensa de la anchura de la bóveda salina o del filón situados debajo del taladro del pozo. Después
20. de que se refleja la energía en la interfase de la bóveda salina o del filón, la energía electromagnética de vuelta es detectada en la sonda por la antena de trompeta receptora 41, apuntada en la misma dirección que la antena transmisora 40.
25. En el trazado de un segmento de una bóveda salina desde el interior de un taladro que penetra en dicha bóveda, o en el trazado de un filón desde un taladro exterior al mismo, el taladro puede estar espaciado a una distancia relativamente corta de la interfase a
30. trazar, por ejemplo desde 25,4 milímetros a varios metros.



340299

Por consiguiente, se propone en tales casos el empleo de un sistema de alcance de frecuencia modulada, que opere dentro de la citada gama de frecuencias, para medir estas pequeñas distancias.

5. La figura 3, ilustra un principio de funcionamiento de un sistema de alcance en frecuencia modulada. El transmisor del sistema de frecuencia modulada tiene una frecuencia central f_0 igual por lo menos a 10^6 hertz pero inferior a 10^{11} hertz (ciclos por segundo).
10. La frecuencia del transmisor se varía de f_0 a f_+ y f_- , como se muestra, de manera lineal, pero de tal modo que f_+ quede por encima de la gama de frecuencias. Sin embargo, esta variación puede ser sinuosa, pues puede demostrarse que la diferencia media de frecuencia sobre un ciclo de modulación sinuosa es equivalente a la obtenida de una variación lineal dentro del mismo período de modulación. Un ciclo de esta variación se efectúa a un nivel de f_m hertz tal que el tiempo requerido para variar la energía a través de toda la gama de
15. frecuencia (un ciclo completo) sea de $1/f_m$ segundos. En el espacio de tiempo que se ha necesitado para transmitir energía a la interfase y para que dicha energía sea reflejada a la sonda, la frecuencia que entonces es
20. transmitida por la antena transmisora ha cambiado de valor en una medida definida y determinada por el valor de la variación de la frecuencia en el transmisor.
- 25.

30. En la figura 3, el tiempo de desplazamiento de la onda se ilustra como una demora y se representa por la cantidad $2d/v$, donde d es la distancia a la interfase y v es la velocidad de transmisión de la energía



340299

5. a través de la formación transmisora, y viene dada por la fórmula $v = c/n = c/\sqrt{E'/E_0}$, donde c es la velocidad de la luz y n y E'/E_0 son el índice de refracción y la parte real de la constante dieléctrica de la formación, normalizada por la del espacio libre, respectivamente.
10. La diferencia de frecuencia entre la energía transmitida y la energía reflejada representa la distancia a la interfase y vuelta; y si estas dos señales chocan entre sí, en un mezclador adecuado, la resultante diferencia de frecuencia puede emplearse para determinar la distancia a la bóveda salina o al filón. Esta determinación se basa en el conocimiento del índice de refracción de la formación intermedia, determinado mediante un análisis de núcleos tomados de la formación durante la perforación del taladro del pozo.
- 15.

La relación de la diferencia de frecuencia con la distancia se halla en la siguiente ecuación:

20. Diferencia de frecuencia = nivel de cambio de la frecuencia cambiante \times tiempo entre transmisión y reflexión.

$$\Delta f = R_f \times T$$

que puede exponerse de la siguiente manera:

$$\Delta f = \frac{B}{2f_m} \times \frac{2d}{v} \text{ donde}$$

f_m = nivel de modulación

B = anchura de banda de la modulación de

30. frecuencia



- 16 -
340299

d = distancia lateral a la interfase y
 v = velocidad de transmisión en la formación, que a efectos de medición, es igual a:

$$v = c / \sqrt{\frac{E'}{E_0}} \quad \text{donde}$$

c = velocidad de la luz en el aire

E' = parte real de la constante dieléctrica compleja de la formación atravesada por la energía en el centro de la frecuencia

10.

E_0 = parte real de la constante dieléctrica compleja del espacio libre.

Para mejorar la resolución de alcance próximo del sistema, puede incrementarse el nivel de cambio de frecuencia (R_f) aumentando la anchura de banda (B) de modulación de frecuencia. A este respecto, se ha observado que el nivel de cambio de la frecuencia (R_f) puede ser igual a 10^6 - 10^{11} hertz aproximadamente (ciclos por segundo) para interfases espaciadas en una distancia de unos milímetros a otras distancias mucho mayores del sistema de alcance.

15.

20.

La figura 4, ilustra un diagrama esquemático de un sistema de alcance para poner en práctica el método de la presente invención. En esta figura, se energiza un oscilador 50 mediante el suministro de energía 51 para generar la frecuencia básica para la transmisión a la formación terrestre adyacente que rodea al taladro. El oscilador puede ser un magnetrón o klistrón capaz de funcionar a las frecuencias deseadas y a la salida de energía deseada. Un generador de barrido 52 va sincroni-

25.

30.



- 17 - 09 MAY 1967

340299

zado al oscilador y genera un potencial variable a la frecuencia f_m para causar variación de la frecuencia transmitida alrededor de su frecuencia central f_0 . La salida del oscilador es suministrada a través de un aislador 53 a una línea de transmisión 54 que lleva la energía a la antena transmisora 55. Entre el aislador 53 y la antena transmisora hay un acoplador direccional 58 para probar la frecuencia del oscilador 50. La señal probada es suministrada a través del atenuador 59 al detector mezclador equilibrado 61.

Como se muestra en la figura 4, la antena receptora 62 está colocada junto a la antena transmisora 55 y conectada a través de una línea de transmisión 63 a un atenuador 64. La salida del atenuador 64 es suministrada como segunda entrada al detector mezclador equilibrado 61, donde las señales transmitidas y recibidas son mezcladas para desarrollar una frecuencia de diferencia. Esta frecuencia es pasada al amplificador 65. Un medidor 66 de frecuencia mide la frecuencia de la señal procedente del detector mezclador equilibrado y suministra esa información al dispositivo 27 indicador de distancia, situado en la superficie de la tierra. Puede utilizarse una cámara (no mostrada) para fotografiar la información sobre distancia que aparece en el indicador de distancia 27, a partir de la cual puede determinarse la distancia a una bóveda salina o filón desde el actual emplazamiento del taladro del pozo. La distancia señalada en el indicador 27 se asocia a la profundidad en el indicador digital 26 y la información azimutal en el indicador 28.



340299

En la figura 4, se muestra con trazado discontinuo otra forma del circuito transmisor-receptor para el sistema de alcance de frecuencia modulada de la presente invención, que emplea una sola antena para transmitir y recibir la energía electromagnética a fin de reducir el tamaño de los componentes del equipo situados en el taladro, y la resolución de alcance próximo del sistema. De acuerdo con esta versión de la invención, puede adaptarse para este fin una antena simple, por ejemplo la antena 55 de la figura 4, conectando un acoplador direccional 70 (mostrado con trazado discontinuo) en serie entre la antena y el atenuador 64, para suministrar la segunda entrada al detector mezclador equilibrado 61. En el detector mezclador 61 se baten conjuntamente las señales transmitidas y recibidas para producir una frecuencia de diferencia en el amplificador 65 y, en definitiva, para dar una indicación de la distancia a la interfase, como anteriormente se describe.

Otra modificación del sistema, no mostrada aquí, es el uso de una antena de trompeta con modificaciones para desarrollar energía electromagnética circularmente polarizada, tal como la colocación de placas de cuartos de onda dentro del cuerpo de la antena de trompeta transmisora. En situaciones en las que es útil la presente invención, bajo ciertas condiciones sólo puede transmitirse de un modo satisfactorio energía circularmente polarizada a través de formaciones que posean un contenido bastante elevado en agua.

La figura 6, ilustra un sistema de antena variante que emplea energía electromagnética pulsada. En



340299

- esta versión, la sonda incluye un alojamiento 80 que preferiblemente contiene un transmisor de alta frecuencia 81 y adecuados circuitos de acoplamiento y cronometración 82, para enviar impulsos electromagnético a la
5. antena de ranura 83. Esta antena incluye un alojamiento cilíndrico sustentado sobre cojinetes 84. Los impulsos de energía electromagnética son radiados desde la antena según un esquema azimutal casi omnidireccional, normal al eje longitudinal de la antena, pero, debido a la ranura
10. 92, presentan una cúspide o sector nulo de irradiación en una dirección azimutal. Los circuitos cronometradores 82 controlan la conmutación de la antena 83 periódicamente desde el transmisor 81 al receptor 85 por medio de un interruptor TR 86. La salida del receptor 85 es
15. transmitida a la superficie de la tierra para indicación del tiempo de desplazamiento de la onda hacia la interfase trazada de la bóveda salina o del filón y vuelta de ella. El suministro de energía 87 se muestra situado dentro del alojamiento 80, pero naturalmente puede colocarse en la superficie de la tierra si lo permiten las
20. características eléctricas del cable 88. En la superficie de la tierra, el equipo de registro superficial incluye indicadores de profundidad, de azimut y de distancia. La distancia desde el taladro al lado reflejado
25. más próximo de la bóveda salina o filón es indicada por el tiempo de desplazamiento en dos direcciones de un impulso de energía y por la velocidad de la energía en la formación. La dirección azimutal de la interfase se indica mediante rotación de la antena por medio del rotor
30. 90 y de los engranajes 91 al transmitirse y recibirse



340299

- los impulsos de energía electromagnética. La primera señal de eco de retorno recibida en el transmisor representa la interfase más próxima de la bóveda salina o filón. La antena de ranura 83 se gira hasta que desaparece el primer eco de retorno de un indicador situado dentro de la sonda o en la superficie de la tierra. Asociando el sector nulo de irradiación en la señal con la dirección azimutal de la ranura 92 de la antena, por ejemplo mediante un detector situado dentro del rotor 90, se determina y expone la dirección azimutal de la interfase próxima.

- Aunque se han descrito específicamente ciertas versiones preferidas de la invención, debe entenderse que ésta no se limita a tales versiones, pues resultarán evidentes para los expertos en el arte muchas variaciones, y la invención deberá interpretarse en su más amplio sentido posible, señalado en las siguientes reivindicaciones.

N O T A

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a un certificado de adición, presentado en Norteamérica con fecha 14 de Noviembre de 1.966 nº Ser.No.594.077, acogiendo por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor, y por lo que se solicita 1^{er} Certificado de Adición en España, sobre



340299

Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal n° 331.275, presentada el 15 de septiembre de 1.966, por: "Procedimiento para la medición de la distancia existente hasta una pluralidad de costados o lados de un cuerpo salino", caracterizándose por lo siguiente:

5.

1ª.- Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal n° 331.275, presentada el 15 de septiembre de 1.966, por: "Procedimiento para la medición de la distancia existente hasta una pluralidad de costados o lados de un cuerpo salino, especialmente para guiar la perforación de un taladro de pozo para penetrar en reservas de petróleo asociadas a formaciones rocosas constituidas por sal, piedra, caliza, anhidrita, etc., después de que dicho taladro ha penetrado en la citada formación por accidente, error, etc., caracterizadas porque se coloca en el citado taladro del pozo situado dentro de dicha formación penetrada, una sonda registradora a una conocida profundidad de registro, que incluye un generador electromagnético y un receptor electromagnético, presentando dicho generador una salida de una gama de frecuencias de 10^6 a 10^{11} hertz; se irradia de dicha formación desde el taladro del pozo con energía electromagnética; se detecta una porción de dicha energía electromagnética que es reflejada en una interfase de dicha formación al citado receptor situado en la sonda registradora; se compara el tiempo de desplazamiento de la citada energía transmitida y recibida para derivar datos que indiquen la distancia a dicha superficie a la referida profundidad de registro conocida; y se dirige la perforación del taladro del pozo basándose en los

10.

15.

20.

25.

30.



340299

mencionados datos para encontrar dichas reservas de petróleo.

5. 2ª.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque dicha energía electromagnética es continuamente emitida pero su frecuencia se varía entre un valor superior e inferior al de salida y la referida distancia a la interfase se determina comparando la frecuencia instantánea de la energía transmitida con la de la energía recibida.

10. 3ª.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque dicha energía electromagnética es un impulso de radiación y la citada distancia a la interfase se determina midiendo el tiempo de desplazamiento en dos direcciones de dicho impulso entre la citada interfase y su vuelta a la referida sonda.

15. 4ª.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque dicha energía electromagnética se propaga omnidireccionalmente en un plano a través de dicha sonda y la citada distancia a la interfase es la distancia más próxima respecto al taladro del pozo en el referido plano de propagación.

20. 5ª.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque dicha energía es dirigida por una trayectoria confinada y la citada distancia se determina de acuerdo con la orientación de la referida trayectoria respecto al taladro del pozo.

25. 6ª.- Mejoras según la reivindicación 5, caracterizadas porque dicha trayectoria es sustancialmente paralela al eje del taladro del pozo y la referida energía pasa a través del fondo de tal taladro.

30.

340299

5. 7ª.- Mejoras según la reivindicación 5, caracterizadas porque dicha trayectoria es sustancialmente horizontal respecto al referido taladro del pozo y es de una conocida dirección azimutal respecto a dicho taladro.
10. 8ª.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque la citada energía es dirigida en azimut según un esquema omnidireccional modificado, que tiene una conocida dirección nula, siendo la citada distancia a la interfase la más próxima respecto al referido taladro en la dirección azimutal de propagación de la energía.
15. 9ª.- Mejoras según la reivindicación 8, caracterizadas porque la dirección azimutal de la citada interfase más próxima es determinada por irradiación secuencial de dicha formación al variarse en azimut la mencionada dirección nula, indicándose tal dirección azimutal cuando la dirección nula en azimut coincide con la de dicha interfase más próxima.
20. 10ª.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque la operación últimamente mencionada de dirección de la perforación del taladro del pozo para encontrar dichas reservas de petróleo incluye la desviación de dicho taladro en una nueva dirección respecto a su existente dirección.
25. 11ª.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque la operación últimamente mencionada de dirección de la perforación del taladro del pozo para encontrar dichas reservas de petróleo incluye la continuación de la perforación a lo largo de la exis-
- 30.



340299

tente dirección del referido taladro.

5. 12ª.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque para guiar la perforación de un taladro de pozo para penetrar en reservas de petróleo asociadas a una bóveda salina después de que dicho taladro ha entrado en la citada bóveda por accidente, error, etc., se dispone en dicho taladro del pozo, situado dentro de la bóveda penetrada, una sonda registradora a una profundidad conocida de registro, que incluye un generador de energía electromagnética, teniendo dicho generador una salida de una gama de frecuencias de 10^6 a 10^{11} hertz; se irradia la citada bóveda desde el referido taladro del pozo con energía electromagnética; se detecta una porción de dicha energía electromagnética que es reflejada desde una interfase de la citada bóveda a dicha sonda registradora; se compara el tiempo de desplazamiento de dicha energía transmitida y recibida para derivar datos que indiquen la distancia a la citada interfase a dicha profundidad conocida de registro; se retira la sonda registradora del referido taladro del pozo; y se dirige la perforación de dicho taladro, basándose en los mencionados datos, para encontrar tales reservas de petróleo.

15. 13ª.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque para guiar la perforación de un taladro de pozo a fin de penetrar en reservas de petróleo asociadas a un filón situado dentro de una formación rocosa constituida por piedra caliza, anhidrita o similares, después de que dicho taladro ha penetrado en la citada formación por accidente, error, etc., se coloca



340299

- en el citado taladro, situado dentro de la formación penetrada, una sonda registradora a una conocida profundidad de registro, que incluye un generador de energía electromagnética, cuyo generador tiene una salida
5. de una gama de frecuencias de 10^6 a 10^{11} hertz; se irradia dicha formación desde el citado taladro con energía electromagnética; se detecta una porción de dicha energía electromagnética que se refleja en una interfase del mencionado filón y la referida formación hacia la citada
10. sonda registradora; se compara el tiempo de desplazamiento de dicha energía transmitida y recibida para derivar datos que indiquen la distancia a la citada interfase, a la conocida profundidad de registro; se retira la sonda registradora del taladro del pozo; y se dirige la perforación de dicho taladro, basándose en los referidos datos,
15. para encontrar el mencionado filón y desarrollar en el mismo las reservas de petróleo.
- 14.- Mejoras según la reivindicación 1, caracterizadas porque para desarrollar un pozo a fin de
20. penetrar en reservas de petróleo asociadas a formaciones rocosas constituídas por sal, piedra, caliza, anhidrita, etc., después de que un taladro exploratorio ha penetrado en la citada formación rocosa por accidente, error, etc., se coloca, a una conocida profundidad, en dicho taladro
25. situado dentro de la formación penetrada, un generador electromagnético, cuyo generador posee una salida de una gama de frecuencias de 10^6 a 10^{11} hertz; se irradia la citada formación desde el referido taladro con dicha salida a una profundidad conocida; se detecta en el referido
30. taladro la energía electromagnética que es reflejada



- 9 (MAY) -

- 26 -

340299

5. en una interfase de tal formación; se compara el tiempo de desplazamiento de la energía transmitida y recibida para derivar datos que indiquen la distancia a dicha interfase a la citada profundidad conocida; se comparan los costos, basados en dichos datos, derivados de la dirección de la perforación de dicho taladro exploratorio para encontrar tales reservas de petróleo con los de la perforación de un nuevo taladro en un segundo lugar de la superficie superior; se selecciona el más eficiente de los métodos comparados, basándose en el costo, para penetrar las mencionadas reservas de petróleo; y se perfora en dichas reservas mediante el citado método seleccionado.
- 10.

15. 15ª.- "Mejoras introducidas en el objeto de la patente principal nº 331.275, presentada el 15 de septiembre de 1966, por: "Procedimiento para la medición de la distancia existente hasta una pluralidad de costados o lados de un cuerpo salino", tal y como queda sustancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los adjuntos dibujos.
- 20.

Esta memoria consta de veintiséis hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

CHEVRON RESEARCH COMPANY

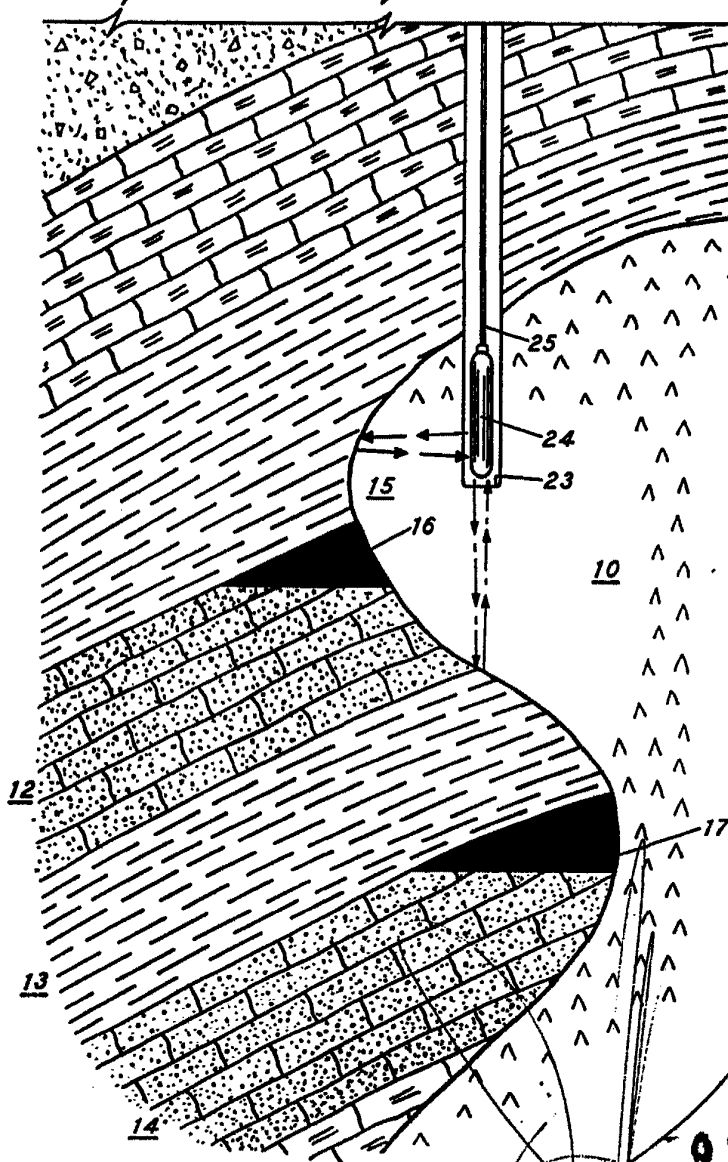
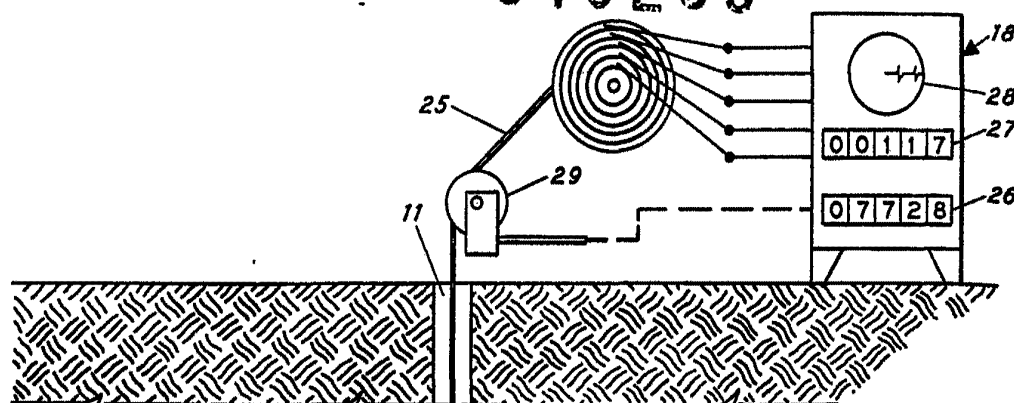
J. GÓMEZ ACEBO Y MODET

p. p. Firmado: F. Hernández Ruiz

9 MAY. 1967

340.299

340299



10
9 MAY 1967

ESCALA
VARIABLE

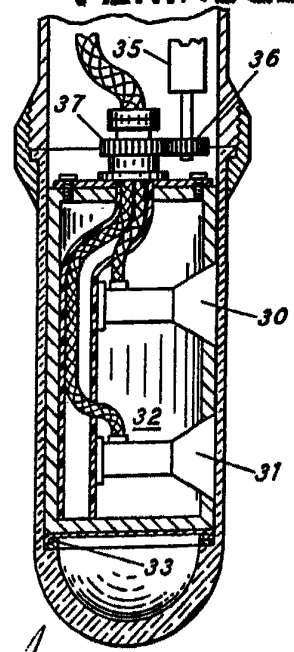


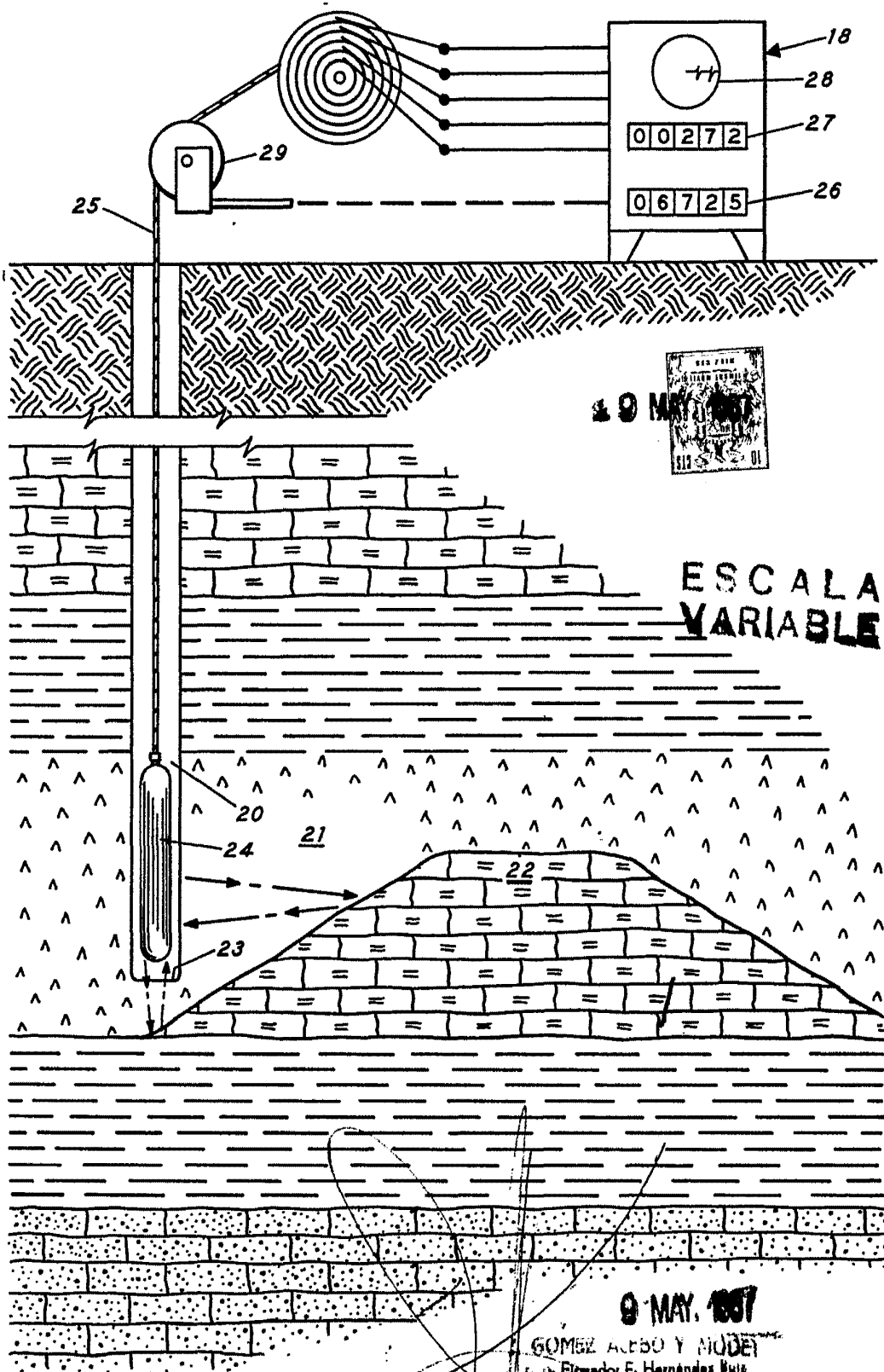
FIG. 1A

FIG. 1

9 MAY. 1967
J. GOMEZ ACEBO Y MODER
P. P. Firmados E. Hernández R. P.

340.299

340299



**ESCALA
VARIABLE**

9 MAY. 1967

GOMEZ ALBO Y NUÑEZ
Ingenieros F. Hernández Rúa

FIG. 2

340,299

340299

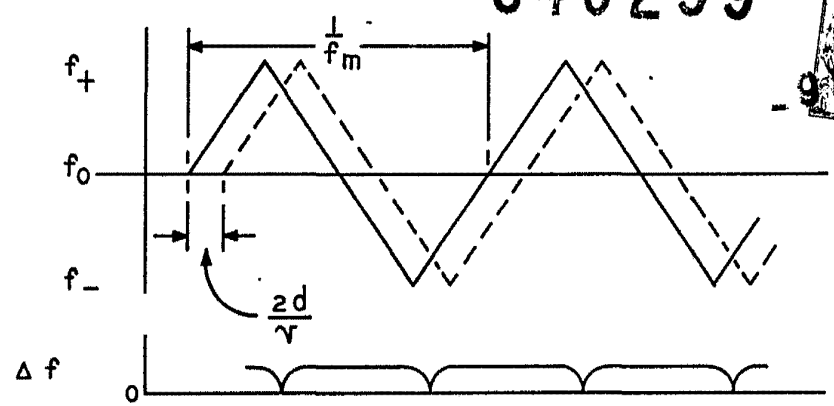


FIG. 3

ESCALA VARIABLE

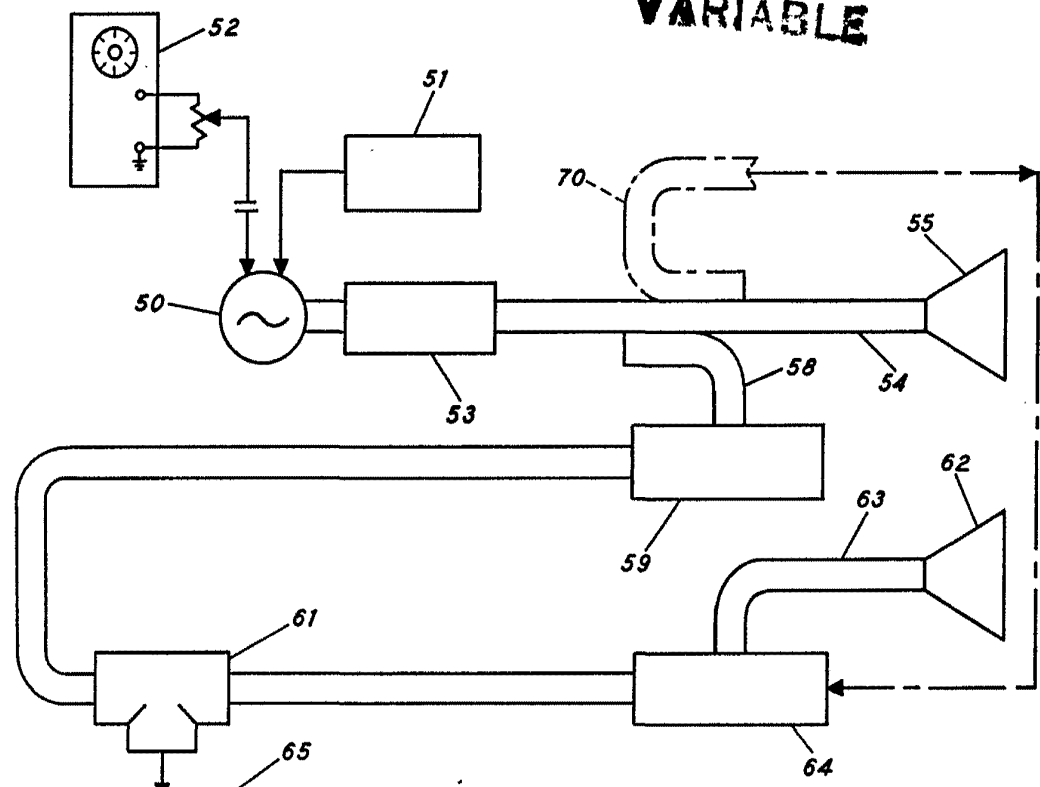


FIG. 4

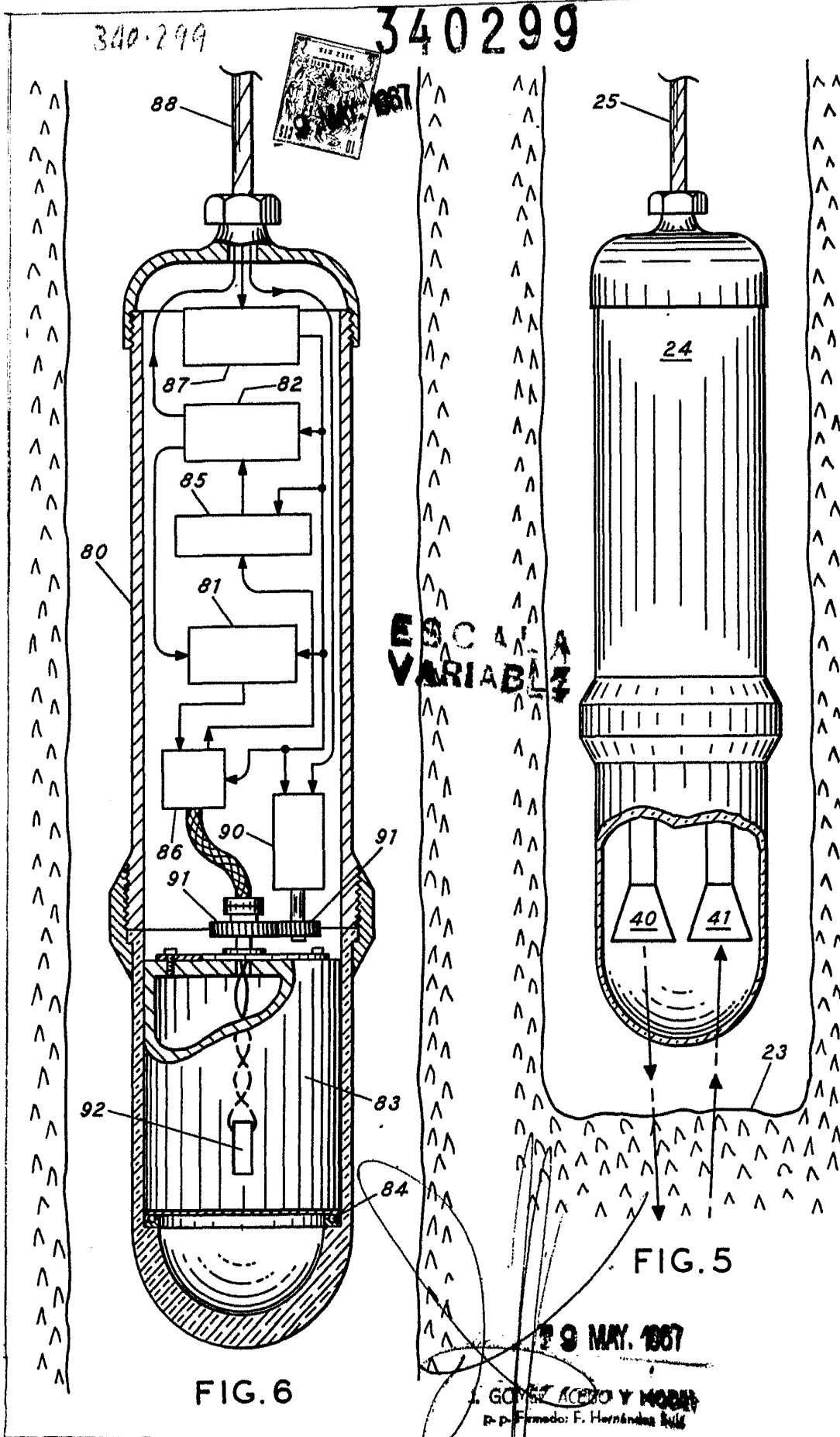
00272
06725

9 MAY. 1957

J. GOMEZ ALEBO Y NODOL
P. Firmado: F. Hernandez RUIZ

340.299

340299



ESCALA VARIABLE

FIG. 5

FIG. 6

9 MAY. 1967

L. GONZALEZ ACEVEDO Y MORAN
P. p. Firmado: F. Hernández Ruiz