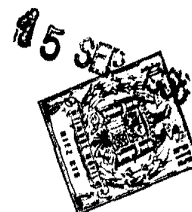


PATENTE DE INVENCION

U.S. Ser. 253.339

331275



Memoria Descriptiva

sobre:

"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.

Esta invención se refiere a un método para
hacer exploraciones en busca de petróleo alrededor
de un cuerpo salino. Más particularmente, esta inven-
ción se refiere a un método para hacer levantamientos
5. topográficos de las laderas de un cuerpo de sal apli-



cando radiación electromagnética desde un orificio de perforación a un cuerpo salino para medir la distancia hasta el costado o ladera del cuerpo salino a cualquier nivel deseado.

5. Es un objeto particular de esta invención el hacer levantamientos topográficos en los costados o laderas de un cuerpo de sal, de tal manera que la superficie de colindancia entre el cuerpo salino y las formaciones sedimentarias pueda ser localizada
10. con exactitud a una profundidad conocida, y con este conocimiento dirigir la perforación de los pozos petroleros hacia la formación sedimentaria próxima a dicha superficie de colindancia.

Para llevar a la práctica dicho método, se
15. taladra deliberadamente un orificio de perforación en el cuerpo salino. El orificio de perforación es extendido a una profundidad a la cual radiaciones electromagnéticas, tales como las de frecuencias radioeléctricas, de microondas e infrarrojas, puedan
20. ser transmitidas, a un nivel y en direcciones azimutales conocidas, desde el orificio de perforación a la superficie de colindancia del cuerpo de sal y las formaciones sedimentarias. El tiempo de movimiento desde el orificio de perforación hasta la superficie
25. de colindancia y de regreso al orificio de perforación es entonces registrado, de acuerdo con la profundidad, el azimut y la posición de elevación del transmisor y el receptor, para hacer un levantamiento tri-dimensional de la configuración o contorno subterráneo de la superficie de colindancia del cuerpo
- 30.



salino y las formaciones sedimentarias.

- En la exploración para la búsqueda de petróleo y gas en la región de la Costa del Golfo, es sabido que las acumulaciones aprovechables comercialmente,
5. generalmente están presentes, si acaso lo están, en las formaciones sedimentarias directamente adyacentes a un domo salino. Es creencia general que estas acumulaciones ocurren debido a que los yacimientos sedimentarios son volteados hacia arriba por la intrusión
10. ascendente del domo salino a través de las capas sedimentarias. Al ser volteados hacia arriba los yacimientos en la superficie de colindancia, se crea una bolsa o trampa en la cual el petróleo y el gas pueden acumularse debido a su separación por gravedad de otros líquidos de la formación. En tanto que la localización
15. general de un domo salino en la superficie de la tierra, puede hacerse por los métodos de gravedad y sísmico, en otras elevaciones el contorno exacto de la superficie de colindancia entre el domo salino y las
20. capas sedimentarias, antes de esta invención, solamente podía ser precisado mediante la perforación material. Con mucha menos exactitud, la forma del domo salino se ha averiguado a veces mediante la exploración por refracción sísmica. Aun después de perforar materialmente diversos orificios, hay considerables dudas respecto a la
25. posición exacta de la superficie de colindancia que se encuentra entre los orificios de perforación. Consecuentemente, es el propósito primordial de esta invención el delinear con exactitud la posición de la superficie
30. de colindancia entre el domo salino y el yacimiento



sedimentario, de tal forma que un orificio de perforación de pozo puede ser taladrado con suficiente precisión para penetrar en el yacimiento sedimentario a cualquier distancia conocida de la superficie de colindancia.

5.

Aun cuando ya con anterioridad ha sido propuesto el uso de radiaciones electromagnéticas para la comunicación de señales audibles a través de domos salinos, como por ejemplo, en minas, yacimientos de sal o domos salinos, la transmisión de señales de un solo impulso, de tipo de radar, para hacer mediciones en la superficie de colindancia del domo salino y la formación sedimentaria, haciéndose dicha transmisión desde un orificio de perforación estrecho y alargado en el domo salino, no ha sido propuesta hasta ahora para hacer el levantamiento topográfico bajo tierra de dicha superficie de colindancia.

10.

15.

En un sistema preferido para llevar a la práctica esta invención, el orificio de perforación es taladrado directamente en el cuerpo salino a cualquier profundidad deseada. Un emisor de señales electromagnéticas o antena es entonces bajado al interior del orificio de perforación y orientado azimutalmente para dirigir la radiación hacia un costado del cuerpo de sal. La antena puede o no estar orientada también con puntería en elevación. Un transmisor conectado a la antena es entonces activado para emitir impulsos periódicos desde la antena y los reflejos de dichos impulsos desde la superficie de colindancia del domo salino son detectados en el orificio de perforación

20.

25.

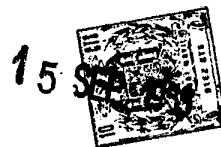
30.



- por un receptor que puede estar conectado a la misma antena. El tiempo de movimiento de las señales desde el orificio de perforación hasta la superficie de colindancia del domo salino con las formaciones sedimentarias y de regreso al orificio de perforación, es entonces registrado de acuerdo con el azimut y la posición de elevación de la antena, por lo menos para un nivel en el orificio de perforación, de tal manera que la distancia, según aparece representada por el tiempo de movimiento de las señales, pueda ser consignada en el plano topográfico a la profundidad determinada, para delinear la superficie de colindancia del domo salino con las formaciones sedimentarias. Mediante planos topográficos múltiples a diferentes niveles, puede hacerse un corte transversal geológico bi- o tri-dimensional.
- 5.
- 10.
- 15.

- Un método alternativo para llevar a la práctica la invención, incluye el uso de un sistema de frecuencia modulada de radiación electromagnética en el cual la señal de salida audiofrecuente es continuamente emitida desde y recibida en el orificio de perforación mediante uno o más elementos de antena. Estos elementos de antena pueden ser colocados similarmente en azimut y profundidad. La distancia hasta la superficie de colindancia es medida por la diferencia entre la señal de frecuencia modulada emitida continuamente y la señal de regreso.
- 20.
- 25.

- En otro sistema alternativo para realizar el método de esta invención, se hace un registro vertical al estilo de un registro típico de sondeo de pozos. En
- 30.



- tal sistema se utiliza una antena no direccional, pudiendo las señales ser emitidas por un solo elemento transmisor o moduladas en su frecuencia con por lo menos dos antenas. La salida audiodfrecuente es omnidireccional en un plano perpendicular al eje del orificio de perforación, con cualquiera de los sistemas de transmisión de las señales. La distancia a la superficie de colindancia más próxima es entonces registrada a lo largo del orificio de perforación sin tomar en cuenta la orientación azimutal. La señal registrada en este método representa la menor distancia hasta la ladera o costado del cuerpo salino. En tal sistema, la dirección azimutal al costado más cercano del cuerpo salino es conocida, como por ejemplo, cuando el orificio de perforación del pozo es tala-
5. drado cerca de la orilla de un domo salino de 3 a 5 kms., aproximadamente, de diámetro. Por lo tanto, la única información requerida es la distancia, no el azimut.
- 10.
- 15.
20. Otro aparato utilizable para llevar a la práctica este método, utiliza la luz como fuente de energía electromagnética para medir la distancia hasta la superficie de colindancia del domo salino con los yacimientos sedimentarios. Para tales fines, puede
25. utilizarse un laser como generador de impulsos coherentes de alta potencia de luz infrarroja o visible, los cuales son dirigidos a la superficie de colindancia. Los impulsos de luz reflejados son recibidos de vuelta en el orificio de perforación por un sistema de
30. lentes ópticos y son enfocados a un elemento detector



especialmente sensible a la radiación emitida por el laser.

- Es deseable que la frecuencia de la radiación electromagnética sea seleccionada para hacer
5. óptima su transmisión a través de la estructura cristalina de la sal que forma el cuerpo. Otros factores, tales como la longitud de los impulsos y el tamaño de las antenas, también deben ser tomados en consideración. En tal virtud, en el caso de señales de frecuencia radioeléctrica, las frecuencias serán entre 10^6 y 10^{10} ciclos por segundo, y, en el caso de radiación óptica, serán entre 2×10^{13} y 10^{15} ciclos por segundo (una longitud de onda en espacio libre de 15 a 0.3 micrones). Estas frecuencias son seleccionadas para
 10. aprovechar la ventaja de las ventanas o aberturas de transmisión electromagnética que sabemos que existen en la estructura cristalina de sal de roca (halita).
 - 15.

- Como un refinamiento adicional del método, se sacan muestras del cuerpo salino durante el proceso de perforación, para medir sus propiedades dieléctricas en las frecuencias arriba citadas, incluyendo el efecto de las inhomogeneidades, tales como las inclusiones de agua de sal saturada o anhídrita en la estructura cristalina de la sal. En particular, las propiedades medidas son la constante dieléctrica (o índice óptico de refracción) y la tangente de pérdida (o absorción óptica) sobre la zona de frecuencia arriba mencionada. Si se desea, estas propiedades dieléctricas pueden ayudarnos a seleccionar las frecuencias
- 20.
 - 25.
 30. óptimas, a seleccionar los líquidos de acoplamiento



para usarlos en el orificio de perforación del pozo a fin de mejorar la transmisión de energía a través, al interior y hacia afuera del cuerpo salino, y a hacer la conversión del tiempo de movimiento a distancia.

5.

Otros objetos y ventajas de la invención resultarán aparentes con la descripción detallada que aparece a continuación, tomada en conjunción con los dibujos anexos a ella y que forman parte de la misma.

10.

En los dibujos:

La figura 1, es una representación esquemática del método de esta invención para detectar y registrar la distancia que existe hasta la superficie de colindancia de un domo salino con las formaciones sedimentarias.

15.

La figura 2, es la representación gráfica de un conjunto de señales registradas de acuerdo con la figura 1 a cinco diferentes niveles, los cuales aparecen señalados con las letras A, B, C, D y E.

20.

La figura 3 ilustra con mayor detalle un aparato de sondeo, incluyendo un sistema de antena, el cual es útil en el sistema que se muestra en la figura 1.

25.

La figura 4 ilustra un sistema de antena alternativo que es útil en el sistema que muestra la figura 1.

30.

La figura 5 ilustra un sistema alternativo, el cual es útil con una disposición similar a la de la figura 1, para registrar de manera continua la distancia mínima desde el orificio de perforación



5. hasta el costado del domo salino, pero el cual no requiere de los medios para indicar las posiciones azimutales. El patrón de la antena es omnidireccional en el plano horizontal, a diferencia de la que aparece en la figura 1, en la cual las antenas son direccionales por lo menos en el plano horizontal.
10. La figura 6 muestra un sistema alternativo de transmisión y recepción, el cual resulta útil con una disposición similar a la que aparece en la figura 1, pero el cual utiliza frecuencias de luz coherente.
15. Refiriéndonos ahora a los dibujos y en particular a la figura 1, ésta indica de manera esquemática el uso del método de esta invención para hacer levantamientos topográficos, a profundidad, de la ubicación de la pared lateral de un domo salino 10. El objeto de tales levantamientos topográficos, por supuesto, es emplazar y dirigir un orificio de perforación planeado, tal como el que en la figura se designa con el número 12, hacia el interior de las formaciones sedimentarias 14, 16 y 18. Como se muestra en la figura, estos yacimientos están normalmente volteados o inclinados hacia arriba debido a la intrusión del domo salino a través de las capas sedimentarias, después de haberse formado éstas horizontalmente. La sal que se encuentra en los extremos de las capas sedimentarias 14, 16 y 18 que yacen contra la pared 20 del domo salino, juntamente con las capas impermeables que yacen encima, tales como las designadas con los números 15, 17 y 19, respectivamente, forman trampas
- 20.
- 25.
- 30.



- para la segregación por gravedad del petróleo, las cuales se ilustran mediante los depósitos designados con los números 22, 24 y 26. Obviamente, si la ubicación horizontal y vertical exacta de la pared lateral
5. respecto a las capas sedimentarias 14, 16 y 18 es conocida, el orificio de perforación del pozo 12 puede ser dirigido como se muestra con las desviaciones 121 y 122 para llegar a los depósitos o yacimientos 22, 24 o 26.
10. Para hacer el levantamiento topográfico, a profundidad, de la ubicación de la pared lateral 20, se taladra deliberadamente un orificio de perforación 30 en el cuerpo principal del domo salino 10. La ubicación exacta de este orificio de perforación no tiene una importancia crítica para la invención, pero
15. generalmente será seleccionada por los métodos normales de exploración en la superficie, tales como los estudios por gravedad o los sísmicos. La ubicación más deseable será aquella en la que el orificio de
20. perforación penetra bien adentro del cuerpo principal del domo salino 10. Es apropiado que la distancia sea por lo menos de varias decenas de metros desde el orificio de perforación hasta la pared lateral 20. El
25. orificio de perforación de pozo 30 puede ser taladrado en cualquier forma, en la sal. De preferencia, deberá estar revestido con tubería 31 y cementado, como aparece en esta figura bajo el número 32, y la sal debe ser taladrada en seco, por ejemplo, con barrena neumática. Sin embargo, el orificio de perforación de
30. pozo en el cuerpo de sal también puede ser taladrado



por los métodos convencionales de rotación utilizando agua salada saturada, o petróleo, si el líquido de perforación es reemplazado a los niveles de medición por un líquido de baja pérdida, según se indica bajo el número 33.

5. En la forma de aparato que se muestra en la figura 1, el orificio de perforación de pozo 30 aparece ilustrado como perforado en suficiente longitud para permitir toda la capacidad de movimiento azimutal para una antena o unidad directora-receptora 36. Para emplazar la antena de ondas electromagnéticas 36, se transmiten y reciben señales eléctricas a través del cable 38, el cual sostiene la unidad de sondeo 40 que aloja el equipo para trabajo en el interior del orificio de perforación. La unidad sondeadora 40, la cual puede verse mejor en la figura 3, incluye una caja 41 de alojamiento de los instrumentos, la cual a su vez contiene de preferencia un transmisor de alta frecuencia 42 y los circuitos de acoplamiento y de regulación de tiempo apropiados para enviar los impulsos electromagnéticos a la antena 36. Un sistema regulador de tiempo 43 controla específicamente la conmutación periódica de la antena 36 del transmisor 42 al receptor 44 mediante el interruptor de transmisión y recepción 45 (caja de TR). La energía de salida del receptor 44 es entonces remitida de vuelta a la superficie a través del sistema regulador de tiempo 43 y el cable 46, para la indicación del tiempo de movimiento de la señales. La unidad de sondeo 40 también contiene una unidad de control azimutal para hacer
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- girar la antena 36. En este sistema, la antena 36 apoyada en el reflector 47 se hace girar por el dispositivo de rotación 48 a través de los engranajes 49 y 50. El dispositivo de rotación 48 incluye un
5. giroscopio para referencia de posición. Las señales entran y salen de la antena 36 a través de la línea coaxial 51. Para facilitar la transmisión de ondas electromagnéticas desde el interior de la unidad de sondeo 40, la parte inferior de la caja de alojamiento 41 de preferencia estará hecha de material de baja absorción, con la forma que se ilustra en el número 54. Una fuente de energía, la cual se indica con el número 39, aparece emplazada en la unidad de sondeo 40, pero por supuesto puede ser colocada en la superficie de la tierra, si así lo permiten las características eléctricas del cable 38.
- 10.
- 15.

- Refiriéndonos nuevamente a la figura 1, el equipo de registro que se encuentra en la superficie para medir la distancia existente desde la pared lateral del domo salino hasta el orificio de perforación, incluye tres indicadores: (a) un indicador de la profundidad, 56; (b) un indicador del azimut, 58; y (c) un indicador de distancia, 60. El indicador de profundidad 56 indica la profundidad a la cual la antena 36 hace la medición en el interior del orificio de perforación 30. Cada profundidad de medición es medida con la polea 61; a su vez, la posición de la polea 61 aparece registrada en el indicador 56. La posición azimutal de la antena 36 puede estar en coordenadas polares, pero en el aparato aquí ilustrado aparece
- 20.
- 25.
- 30.



- designada como un indicador de posición de giroscopio 58. La distancia desde el orificio de perforación 30 hasta la pared lateral 20 es entonces indicada a cada profundidad de medición por el tiempo transcurrido entre la transmisión y recepción de los impulsos de energía electromagnética en la antena 36. El tiempo de duración del viaje o movimiento de las señales aparece debidamente registrado en el osciloscopio 60. Mediante la asociación física del indicador de profundidad 56, el giro-indicador 58 y el osciloscopio 60, la información registrada en las tres unidades puede ser fotografiada simultáneamente por la cámara 62. Los resultados de tal fotografía simultánea producen una placa del tipo indicado bajo el número 64.
5. La placa 64 indica la orientación de brújula, el tiempo de duración del viaje de las señales electromagnéticas en ambos sentidos ($2t$) en microsegundos, así como la profundidad a la cual fué emplazada la antena 36. Con el tiempo de viaje ($2t$) indicado en la placa y un factor de conversión de tiempo a distancia para la transmisión de energía electromagnética, las posiciones exactas de cada uno de los puntos a cinco diferentes niveles, tales como A', B', C', D' y E', pueden entonces ser representadas gráficamente como se muestra en la figura 2. Las líneas de conexión entre cada punto de esa representación gráfica de la medición, representan la ubicación de la superficie de colindancia o pared lateral con respecto al orificio de perforación 30'.
10. La figura 3 no muestra orientación alguna de
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



elevación de la antena. Ella puede ser incorporada, si se desea. Más aún, pueden usarse antenas separadas para recepción y para transmisión a fin de evitar el acoplamiento del impulso transmitido con el receptor al momento de la transmisión.

5.

Mediante las mediciones de la tangente de pérdida en muestras de halita sacadas materialmente de los domos salinos, se ha encontrado que existen determinadas frecuencias en las cuales opera con máxima eficiencia el método de esta invención. De mane-

10.

ra específica, es sabido que en la cristalización de la sal por la cual un domo salino se forma, con frecuencia se retienen pequeñas bolsas de la salmuera original. Estas bolsas de agua de sal saturada ten-

15.

drán una dimensión de unos cuantos milímetros, pero rara vez se encuentran grandes cantidades, o grandes bolsas, de tal agua de sal saturada. También se ha encontrado que generalmente una capa eléctricamente

20.

conductiva se halla presente en la superficie de co-lindancia lateral de los domos salinos y los yacimien-tos sedimentarios. Esto ocurre debido a que en la ma-yoría de las capas de roca sedimentaria existe la pre-sencia de agua, y en las partes donde toca el domo salino, el agua necesariamente es agua de sal satura-

25.

da. Este agua crea un reflector ideal para las ondas electromagnéticas en las frecuencias indicadas. Con-se-cuentemente, las ondas electromagnéticas viajarán a través del cuerpo de sal cristalino relativamente ho-mogéneo y regresarán por reflejo desde dicha superfi-

30.

cie conductora. También hemos encontrado, como se



- menciona antes, que existe una "ventana" o abertura para las radiaciones electromagnéticas, según puede medirse por el bajo valor de las tangentes de pérdida de las propias muestras de halita, extendiéndose dicha abertura dentro de un margen que va desde la
5. baja frecuencia hasta 10^{11} ciclos por segundo. Existe una "ventana" similar para la energía electromagnética en el campo infrarrojo en frecuencias de 2×10^{13} a 10^{15} ciclos por segundo (correspondiendo a
10. una longitud de onda de espacio abierto de 15 a 0.3 micrones). Esta "ventana" tiene un mínimo a 10^{14} ciclos por segundo.

- La figura 4 ilustra un sistema alternativo de antena que es útil para dirigir energía electromagnética a la superficie lateral de colindancia del
15. domo salino y el yacimiento sedimentario. Se notará que el orificio de perforación 30 se muestra ensanchado, en la forma ilustrada por el número 30A. Esto indica que a profundidades seleccionadas, tal como la
20. que aparece ilustrada bajo la letra A en la figura 1, se aumenta el diámetro del orificio de perforación 30, como por ejemplo, mediante socavación para ensanchamiento o por otras técnicas de perforación. El objeto de tal ensanchamiento es permitir que una antena
25. plegable sea abierta a la profundidad seleccionada y sea hecha girar azimutalmente. En la figura 4, la antena 76 es construída como un conjunto o sistema en el cual el elemento activo 77 y los elementos pasivos 78, 79 y 80 son movidos para quedar en posiciones de
30. operación sobre el eje 81, mediante un sistema electro-



- hidráulico. Los elementos pasivos incluyen un reflector 78 y dos directores 79 y 80. Sólo el elemento de antena 77, el cual está de preferencia a la mitad de longitud de onda de la frecuencia de las señales, tiene conexiones eléctricas. Los elementos del conjunto están sostenidos individualmente en el eje 81 por las secciones 82, 83, 84 y 85, las cuales están formadas como pistones y cilindros hidráulicos. Los diámetros de estas secciones les permiten encajar en el poste central 86, cuando se encuentran en sus posiciones replegadas. Las secciones del eje 81 son extendidas unas respecto de otras y respecto del poste central 86 mediante fluido hidráulico suministrado a través de los conductos 87 y 88 y las mangueras 89, bajo el control de la válvula 90 que se encuentra en la unidad de sondeo 401. En posición replegada, los elementos de antena 77, 78, 79 y 80 son volteados para quedar paralelos al eje de la unidad sondeadora 401. Para dar vuelta a los elementos a fin de que queden en esta posición, se hace rotar el eje 81 mediante el engrane 91, el cual está sujeto a la sección 82. El mecanismo de engranaje hace rotar el engrane 91, bajo el control del servomotor 93 y la válvula 94. Si se desea para medición direccional, el sistema de antena 76 puede, por supuesto, ser energizado, erigiendo el conjunto o sistema en plano vertical u horizontal, o a cualquier ángulo intermedio. Como en el aparato ilustrado en la figura 3, la posición azimutal del poste 86 y del sistema de antena 76, es controlada mediante el mecanismo de rotación 48 y los engranes 49 y 50. Para operar las unidades hidráu-
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.



licas, se suministra flúido desde un depósito 95 para controlar las válvulas 90 y 94 mediante la bomba 96. Si se desea, el poste 86 o el eje de sostén 81, pueden ser ladeados o inclinados para explorar en elevación así como en azimut.

- 5.
- La figura 5 ilustra una forma alternativa de aparato para llevar a la práctica el método de la invención. En esta forma de aparato, la energía electromagnética no necesita ser emitida en forma de impulso. Como se muestra en dicha figura, una antena dipolo replegada de transmisión 60 está montada en una determinada posición en el extremo superior de la unidad de sondeo y registro 411. A diferencia de las formas de aparato ilustradas en las figuras 1 y 3, la unidad de sondeo y registro 411 y la antena dipolo de transmisión 60 están dispuestas a manera de atravesar en forma continua el orificio de perforación 30 sostenidas por el cable 38, y la energía electromagnética está modulada en su frecuencia. De esa manera, las ondas electromagnéticas son emitidas continuamente desde el elemento de antena 60. Un elemento dipolo similar 61 va montado en una posición determinada como antena receptora en el extremo inferior de la unidad de sondeo 411. En este sistema, las señales recibidas después de ser reflejadas desde la orilla del domo salino, diferirán en frecuencia de aquellas que están siendo transmitidas al momento de la recepción; mientras más largo sea el tiempo de viaje o movimiento, mayor será la diferencia de frecuencia. Esta diferencia de frecuencia es entonces interpretada en términos
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



de la distancia desde el orificio de perforación 30 hasta la parte más cercana de la pared lateral 20 del domo salino a la profundidad a la cual se hace la medición. La posición general de la pared lateral 20 es conocida por las mediciones geofísicas y geológicas hechas desde la superficie. En tal virtud, la dirección azimutal generalmente puede ser inferida si el domo tiene un diámetro grande, por ejemplo, de varios kilómetros. En tal sistema, la ubicación de la pared lateral es trazada como un corte seccional vertical en un plano o tabla que es movida según la profundidad, como se hace en la práctica normal de sondeo de pozos, en lugar de ser trazada en forma bi- o tridimensional detallada. Este sistema tiene su máxima utilidad en los casos en que se sabe que el orificio de perforación en la sal se encuentra hacia un extremo del domo salino y éste tiene una magnitud volumétrica considerable.

Como se indica en la figura 5, el elemento de antena transmisora 60 está acoplado al transmisor 62. La antena receptora 61 está igualmente acoplada al receptor 63. La modulación de la frecuencia del transmisor es controlada por la caja de control 64. Se notará que las paredes laterales de la unidad de sondeo 411 incluyen las secciones 66 y 67 que están alrededor de los elementos de antena 60 y 61, respectivamente, siendo tales secciones dieléctricas y de baja pérdida (radomes) para las frecuencias emitidas por el transmisor. El receptor detecta la diferencia instantánea de frecuencia entre la señal transmitida y la recibida



y la envía a la superficie como una indicación de la distancia.

- Se entiende, por supuesto, que los medios direccionales de elevación, como los que aparecen en las figuras 3 o 4, pueden ser utilizados con los elementos 60 y 61. De esta manera, el sistema de frecuencia modulada de la figura 5 puede ser usado para medir la distancia a fin de hacer el levantamiento topográfico detallado de la superficie de colindancia del domo salino y la formación sedimentaria. Por otra parte, sistemas de transmisión y recepción de señales en forma de impulsos, pueden ser usados con el tipo de aparato ilustrado en la figura 5, si se utilizan circuitos reguladores de tiempo apropiados y la dirección de la superficie de colindancia no es requerida.
- 5.
- 10.
- 15.

- Uno de los problemas que se presentan en la transmisión de energía electromagnética en un orificio de perforación, tal como el designado con el número 30, es el acoplamiento entre la antena y el propio cuerpo salino. Este acoplamiento puede ser mejorado sacando muestras del cuerpo salino y midiendo después la constante dieléctrica compleja $K^* = K' - jK''$ de la sal. En esta fórmula K^* es la inductividad compleja relativa del material; K' es la parte real de la inductividad relativa y es también la constante dieléctrica; y jK'' es la parte imaginaria de la inductividad relativa y está en relación con la atenuación o la pérdida de energía electromagnética en la transmisión de ondas electromagnéticas a través de la sal. En el acoplamiento del elemento de antena y el cuerpo salino, lo que es
- 20.
- 25.
- 30.



- importante es la constante dieléctrica de los materiales. Partiendo del conocimiento de la K' de la sal, un material, tal como petróleo o sales fundidas, puede ser seleccionado a fin de que la sal y el material tengan constantes dieléctricas similares en la frecuencia de operación. Este material es entonces colocado en el orificio de perforación, si se trata de un fluido, o es utilizado para empacar el elemento de antena, si es un líquido o un sólido, de tal forma que el acoplamiento entre el elemento de antena y el cuerpo salino es grandemente mejorado.
- 5.
- 10.

- Con un sistema infrarrojo, el transmisor puede ser del tipo laser y la luz coherente ser dirigida a través de la caja de alojamiento de una sonda transmisora que tenga paredes transparentes en la longitud de onda a la cual se transmite, como por ejemplo, de cuarzo, pasando tal luz coherente a través del fluido del orificio de perforación hasta llegar a la sal. La señal recibida regresa a través de estas superficies de colindancia en una forma parecida. Un sistema de este tipo se ilustra en la figura 6, en la cual el elemento laser 100 aparece emitiendo luz a través de la ventana 101 en la pared lateral de la unidad sondeadora 412 que se encuentra en el orificio de perforación 30, reflejándose la luz en el espejo 102 para llegar hasta la sal 10. El elemento receptor el cual es preferiblemente un dispositivo óptico o sensible a los rayos infrarrojos 104, está acoplado en forma parecida al cuerpo salino a través de la ventana 103, por medio del espejo plano 105 y el espejo de enfoque 106. El motor 107
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- hace dar vuelta a los espejos 102 y 105 mediante los engranajes 108, para que se efectúe la exploración o escudriñamiento azimutal. Un ejemplo de una forma de sistema óptico de reflejamiento de impulsos utilizable para transmitir y recibir tales frecuencias, aparece descrito en la Patente Nº 3,053,134 de los Estados Unidos de Norteamérica, cuyo autor es Bjornson. Las señales procedentes del laser 100 y el receptor 109, son reguladas por la unidad de control 110. La misma información que se registra, según lo antes descrito, con el aparato ilustrado en la figura 1, es también registrada en la superficie de la tierra al utilizarse esta forma de aparato.
- La radiación electromagnética de frecuencia más baja se usará de manera ideal para medir los costados de domos salinos a distancias de varios cientos o miles de metros, en tanto que las frecuencias infrarrojas se utilizarán cuando las distancias son más cortas, o bien cuando se requiere alta resolución en exactitud de medición y en detalle. Si se desea, ambos instrumentos de los tipos ilustrados en las figuras 3 y 6 pueden ser operados simultáneamente en el orificio de perforación de pozo para proporcionar dos alcances de distancia separados. Este sistema es especialmente útil si la distancia existente hasta la superficie de colindancia de la sal es sustancialmente desconocida. En los casos en que las distancias son cortas, pero la radiación óptica es demasiado atenuada, es preferible un sistema de Frecuencia Modulada.
- Como se mencionó antes, los pequeños cristales
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.
 - 30.



- deanhidrita constituyen una de las principales impurezas en la sal de roca. Para el tipo de aparato que se ilustra en la figura 6, diseñado para el área óptica, la dispersión óptica debida a la inclusión de anhídrita puede ser reducida al mínimo seleccionando una frecuencia tal que el índice de refracción de la anhídrita sea casi igual al de la sal pura. Tal selección es posible debido a que la variación del índice de refracción con la frecuencia es mayor para la anhídrita que para la sal, siendo igual para ambas a aproximadamente 6×10^{13} ciclos por segundo.
- 5.
- 10.

- La transferencia de la energía electromagnética desde la antena hasta el cuerpo salino, pasando a través del volumen del orificio de perforación y de cualquier sal fracturada que se encuentre en las inmediaciones, puede ser mejorada colocando un material entre la antena y el cuerpo salino que reduzca la dispersión en las diversas superficies de colindancia de los volúmenes. Este material es seleccionado para que tenga una constante dieléctrica que iguale a la constante dieléctrica del cuerpo salino dentro del margen de frecuencias que están siendo transmitidas y recibidas. Pueden hacerse líquidos dieléctricos apropiados para este fin, disolviendo un líquido que tenga una constante dieléctrica más alta en la frecuencia seleccionada, con otro que tenga una constante dieléctrica más baja en la misma frecuencia.
- 15.
- 20.
- 25.

- Aun cuando la anterior descripción ha sido hecha con especial referencia a la medición y levantamiento topográfico de la superficie de colindancia de
- 30.



un domo salino y capas sedimentarias, es igualmente útil para localizar las superficies de colindancia de otros cuerpos salinos, tales como yacimientos o capas salinas u otras formaciones geológicas de alta resistividad que contengan poca o ninguna agua.

5.

En el método preferido para llevar a la práctica la invención, se indicó antes que el orificio de perforación es taladrado deliberadamente en el cuerpo salino. Algunas veces, como en los casos

10.

en que un pozo petrolero está siendo perforado adyacente al costado de un domo salino, el orificio de perforación del pozo puede inadvertidamente penetrar en el cuerpo salino. La distancia existente desde el orificio de perforación del pozo hasta el costado

15.

del cuerpo salino será entonces desconocida. Si eso sucede, dicho orificio de perforación del pozo podrá también ser utilizado para localizar el costado del cuerpo salino mediante este método.

20.

Pueden hacerse diversas modificaciones al método antes descrito sin salirse del concepto inventivo expresado. Todas estas modificaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones anexas, deberán considerarse como partes de las mismas.

- N O T A -

25.

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, siendo lo que constituye la esencia del referido

30.

- 24 -
33 1275



45 SEP. 1968

invento y por lo que se solicita Patente de Inven-
ción, por 20 años en España: "PROCEDIMIENTO PARA LA
MEDICION DE LA DISTANCIA EXISTENTE HASTA UNA PLURA-
LIDAD DE COSTADOS O LADOS DE UN CUERPO SALINO"; ca-
racterizándose por lo siguiente:

5. 1ª.- Procedimiento para la medición de la distancia existente hasta una pluralidad de costados o lados de un cuerpo salino, a diversos niveles, haciéndose dicha medición desde un lugar conocido dentro de dicho cuerpo salino, caracterizado porque se taladra un orificio de perforación en dicho cuerpo salino hasta una profundidad predeterminada, colocándose un generador de señales electromagnéticas en una profundidad predeterminada de dicho orificio de perforación, se orienta azimutalmente en secuencia un sistema de antena direccional dentro de dicho orificio de perforación en dirección a los costados de dicho cuerpo salino, acoplándose en secuencia la salida de energía de dicho generador electromagnético a dicho sistema de antena, se energiza en secuencia dicho generador para emitir impulsos periódicamente desde dicho sistema de antena hacia los costados del citado cuerpo salino a una frecuencia dentro de un margen de frecuencias de 10^6 a 10^{10} ciclos por segundo y de 2×10^{13} a 10^{15} ciclos por segundo, recibándose en secuencia en dicho sistema de antena, en el orificio de perforación, los impulsos electromagnéticos reflejados desde los costados de dicho cuerpo salino, y se registra en secuencia en la superficie de la tierra el tiempo empleado por dichos impulsos electromagnéticos para



- viajar desde dicho orificio de perforación hasta los costados de dicho cuerpo salino y de regreso hasta dicho orificio de perforación, de acuerdo con la posición azimutal de dicho sistema de antena en dicho
5. orificio de perforación a los diversos niveles antes mencionados, y mediante tal registro de la distancia representada por dicho tiempo, se traza la misma en un plano a mapa tridimensional para delinear la ubicación de los costados de dicho cuerpo salino a una
10. profundidad conocida de la tierra.
- 2ª.- Procedimiento, según la reivindicación 1ª, caracterizado porque el taladro de dicho orificio de perforación incluye el ensanchamiento, por lo menos, de una porción del mismo a dicha profundidad predeterminada en el cuerpo salino, y dicha orientación azimutal de dicho sistema de antena direccional incluye la
15. colocación transversal al eje de dicho orificio de perforación de una antena direccional y dicha antena gira en su posición erecta para que efectúe una vuelta completa de 360º con respecto al eje del orificio de perforación.
20. 3ª.- Procedimiento, según la reivindicación 2ª, caracterizado porque dicho elemento de antena se acopla o se conecta con dicho cuerpo salino a través de un medio que tiene substancialmente la misma constante dieléctrica que la sal de dicho cuerpo en la
25. frecuencia electromagnética de operación.
- 4ª.- Procedimiento, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se orienta un
30. radiador electromagnético dentro de dicho orificio de



perforación hacia un costado de dicho cuerpo salino, acoplándose la salida de energía de dicho generador electromagnético a dicho radiador y energizándose dicho generador para emitir periódicamente impulsos desde dicho radiador hacia el costado de dicho cuerpo salino en una frecuencia dentro del margen de frecuencias de 10^6 a 10^{10} ciclos por segundo y de 2×10^{13} a 10^{15} ciclos por segundo.

5.
10.
15.

5ª.- Procedimiento, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se saca una muestra de dicho cuerpo salino para medir la propiedad dieléctrica de la estructura cristalina de dicha sal, colocándose un material entre dicho elemento de antena y dicho cuerpo salino, dicho material tiene una constante dieléctrica substancialmente igual a la de la muestra que se saca de dicho cuerpo salino.

20.
25.
30.

6ª.- Procedimiento, según las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque se coloca un elemento de transmisión electromagnética en dicho orificio de perforación a dicha profundidad conocida, se le suministra por lo menos, periódicamente energía de radiación electromagnética a dicho elemento transmisor, cuya energía de radiación tiene una frecuencia dentro de los límites de 10^6 a 10^{15} dichos por segundo y fuera de los límites de aproximadamente 10^{10} a 2×10^{13} ciclos por segundo, se orienta direccionalmente dicho elemento transmisor, recibándose por lo menos, periódicamente la radiación emitida desde dicho elemento transmisor, la cual viaja hasta la pared lateral de dicho cuerpo salino y regresa a un elemento receptor que



- se coloca en dicho orificio de perforación, y se registra la dirección y el tiempo de viaje de ida y vuelta de dicha energía electromagnética transmitida, y mediante tal registro, se determina la distancia
5. existente hasta la pared lateral de dicho cuerpo salino, tomándose como base el tiempo de viaje de ida y vuelta de la radiación y el índice de refracción del cuerpo salino para la frecuencia de la radiación.
- 7ª.- Procedimiento, según la reivindicación
10. 6ª, caracterizado porque dicha radiación electromagnética tiene una frecuencia dentro de los límites de 2×10^{13} y 10^{15} ciclos por segundo, de 15 micrones a 0,3 micrones, dicho elemento transmisor es un generador de ondas electromagnéticas coherentes, y dicho
15. elemento receptor es un detector sensible para dicha frecuencia.
- 8ª.- Procedimiento, según la reivindicación
20. 7ª, caracterizado porque dicha radiación electromagnética tiene una frecuencia seleccionada que hace a la constante dieléctrica del cuerpo salino, sin impurezas, igual a la constante dieléctrica de las impurezas presentes en dicho cuerpo salino.
- 9ª.- Procedimiento, según la reivindicación
25. 6ª, caracterizado porque dicha energía de radiación electromagnética tiene una frecuencia de 10^6 a 10^{10} ciclos por segundo.
- 10ª.- Procedimiento, según la reivindicación
30. 9ª, caracterizado porque la energía electromagnética que se suministra y se recibe tiene una frecuencia dentro del margen de frecuencias de 10^6 a 10^{10} ciclos



15 SEP 1955

por segundo y de 2×10^{13} a 10^{15} ciclos por segundo para la transmisión y reflejamiento a través de dicho domo salino a dicha profundidad.

5. 11ª.- Procedimiento, según la reivindicación 10ª, caracterizado porque dicha energía electromagnética se emite continuamente, pero la frecuencia se modula desde dichos elementos de antena y se recibe por los mismos, y dicho registro del tiempo de viaje de ida y vuelta es la distancia que existe hasta la parte más cercana de dicho costado del domo salino.

10. 12ª.- Procedimiento, según la reivindicación 11ª, caracterizado porque dicha energía electromagnética de frecuencia modulada se dirige en azimut y dicho tiempo de viaje de ida y vuelta se registra en relación a la dirección azimutal de los elementos de antena, que se sitúan en dicho orificio de perforación.

15. 13ª.- Procedimiento, según la reivindicación 10ª, caracterizado porque la omisión de dicha energía electromagnética es en impulsos.

20. 14ª.- Procedimiento, según la reivindicación 13ª, caracterizado porque los impulsos de energía electromagnética se dirigen hacia una trayectoria azimutal confinada y el tiempo de viaje de los impulsos reflejados se registra de acuerdo con la orientación de dicha trayectoria azimutal en relación a dicho orificio de perforación.

25. 15ª.- Procedimiento, según la reivindicación 10ª, caracterizado porque dicha radiación elec-



tromagnética se emite omnidireccionalmente.

5. 16ª.-"Procedimiento para la medición de la distancia existente hasta una pluralidad de costados o lados de un cuerpo salino"; tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos que se acompañan.

Esta Memoria consta de veintinueve hojas, escritas a máquina por una sola cara.

Madrid, **15 SEP 1966**

CHEVRONRESEARCH COMPANY,

J. GÓMEZ ACEBO Y MODEI

Firmado: F. Hernández Rula

331.275

ESCALA VARIABLE

15

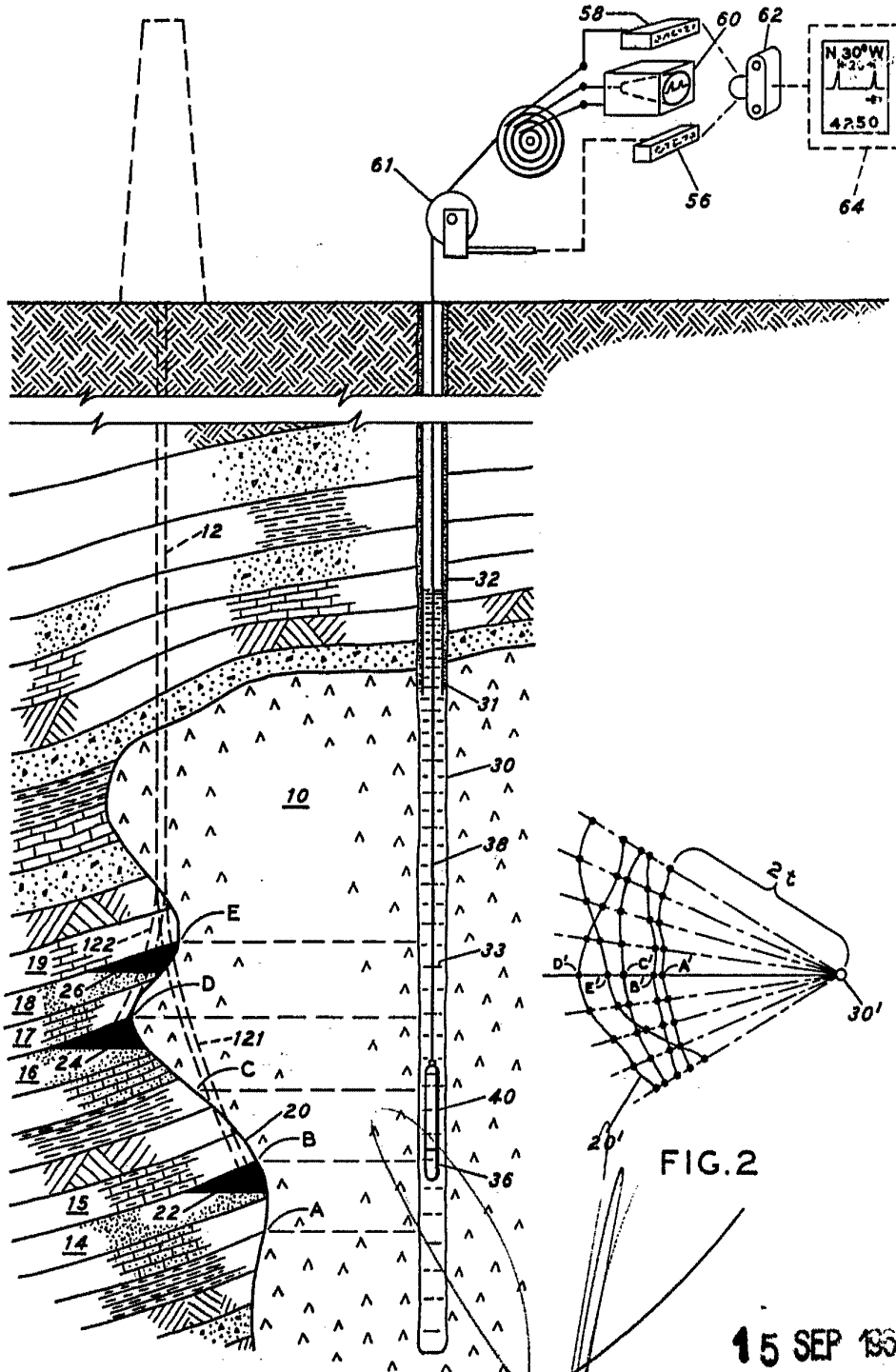


FIG.1

FIG.2

15 SEP 1966

Madrid

J. GOMEZ ACIBO Y MODESTO
de p. Firmado E. Hernández Robín

331.275

ESCALA VARIABLE

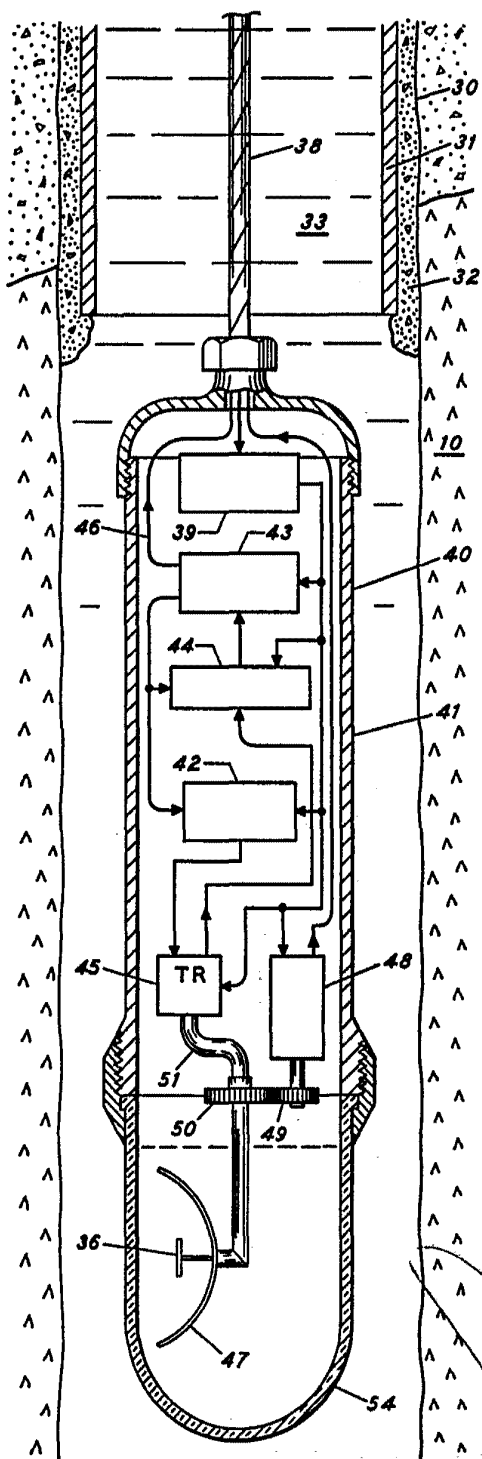


FIG. 3

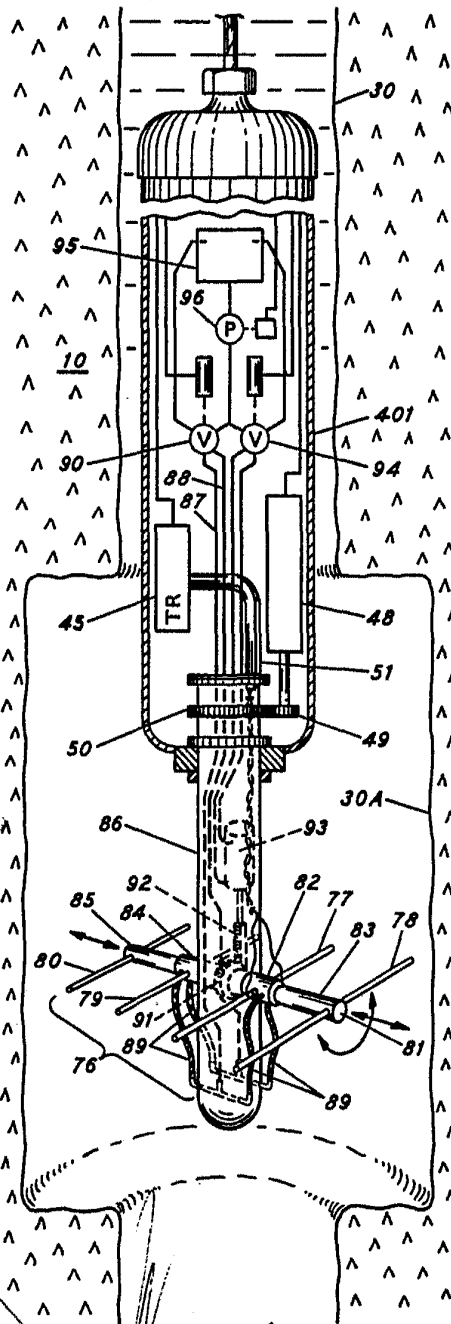


FIG. 4

15 SEP 1960

Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MODET
Ingenieros de Camión y E. Hernández Rúa

334.275

ESCALA VARIABLE

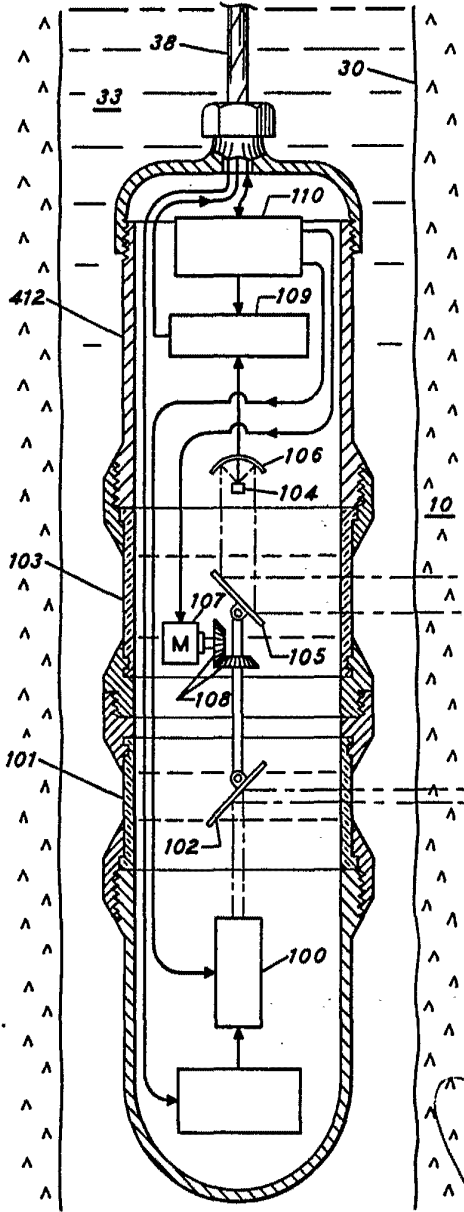


FIG. 6

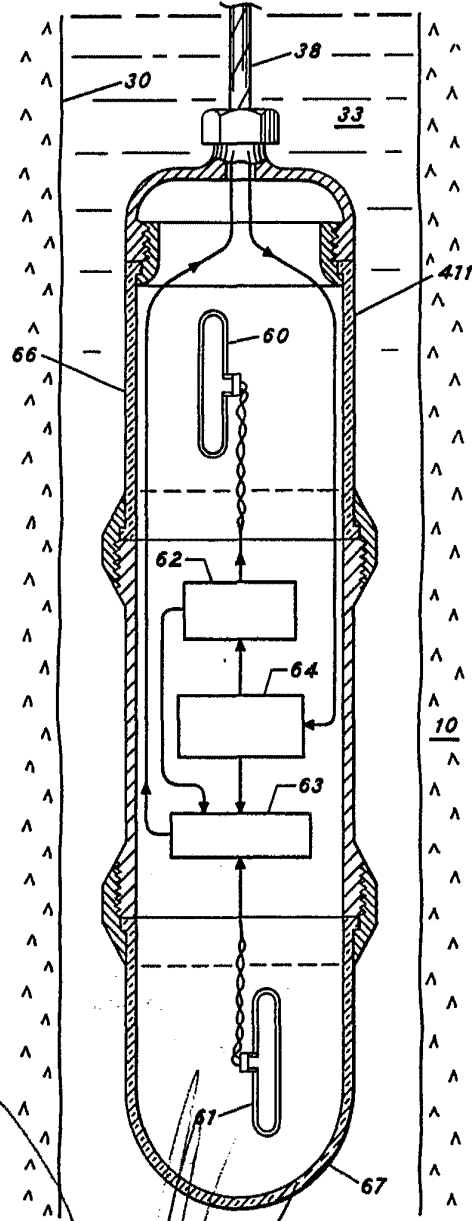


FIG. 5

15 SEP 1966

Madrid

J. GOMEZ ACEBO Y MODET
Ingenieros: F. Hernández Ruiz