

425237

18000
P.- 57.265



File: F-8180
(apparatus)

Int. Cl.: CO1G; G01T

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de MOBIL OIL CORPORATION

entidad norteamericana

establecida en 150 East 42nd Street, Nueva York,
Nueva York 10017, Estados Unidos de
América.

por: "UN SISTEMA DE PERFILAJE DE PERFORACIONES,
PARA USO EN PERFILES DE RECONOCIMIENTO Y EN
SAYO EN EL CATEO DE URANIO"
(Clase Internacional CO1g, G01t)

16.4.74

**POOR
QUALITY**



18 MAR 1974

FUNDAMENTOS DE LA INVENCION

La presente invención se relaciona con la explotación de uranio y más particularmente con un método y aparato para cateo o prospección de mena de uranio en que se
5 utiliza neutrones de fisión retardados a partir de uranio para perfilajes tanto de reconocimiento como de ensayo.

Según se describe en la patente norteamericana número 3.686.503 de Givens y otros, las formaciones terrestres naturales pueden caracterizarse con respecto a su
10 contenido de uranio, en base a los neutrones retardados que resultan de la fisión neutrónica del uranio. Cuando se irradia con neutrones una formación que contiene una mena de uranio, los nucleos de uranio reaccionan al bombardeo neutrónico descomponiéndose en fracciones nucleares más pequeñas a las cuales normalmente se denomina productos de fisión. La fisión del uranio va seguida por la
15 emisión de neutrones rápidos inmediatamente al producirse la reacción de fisión y también por la emisión de neutrones retardados subsiguientemente al proceso de fisión. Los neutrones retardados son emitidos por los productos de fisión durante un período de tiempo apreciablemente prolongado después de la reacción de fisión. Las vidas medias de seis grupos prominentes de neutrones de fisión
20 retardados, resultantes de la fisión de uranio por neutro
25



nes térmicos o por neutrones rápidos, varían de aproximadamente 0,23 a 55,72 seg. y el grupo de neutrones retardados más abundante demuestra una vida media de aproximadamente 2,30 seg. La ya mencionada patente norteamericana de Givens y otros, describe una operación de ensayo subterránea que se lleva a cabo disponiendo en una perforación, adyacente a una zona rocosa de interés, una herramienta de perfilaje que incluye una fuente de neutrones rápidos y un detector de neutrones térmicos. Se irradia la formación con descargas intensas repetitivas de neutrones rápidos y, subsiguientemente a cada descarga intensa y después de la disipación de los neutrones originales de la fuente, se detecta los neutrones retardados que resultan de la fisión neutrónica del uranio. Se registra entonces la salida del detector para obtener un perfil que indica el contenido de uranio de la formación. Además, se utiliza un segundo detector en la herramienta de perfilaje para detectar radiación que indica la intensidad de la fuente de neutrones.

Según se describe en la ya mencionada patente norteamericana de Givens y otros, se puede identificar las zonas rocosas de interés, para las cuales se obtiene perfiles de neutrones de fisión retardados (NFR), a partir de un perfil de rayos gamma naturales preliminarmente obtenido. Los rayos gamma naturales, asociados con la minera-



1873

lización del uranio en rocas subterráneas, son emitidos predominantemente por elementos procedentes del uranio, tales como bismuto 214. Aunque se ha reconocido que condiciones de desequilibrio, como las causadas por lixiviación, entre el uranio originario y sus elementos derivados hacen insegura a la radiación gamma natural como indicador cuantitativo de uranio, y por lo tanto inapropiada para el uso en el perfilaje de ensayo de uranio, se ha aceptado en general el perfilaje con rayos gamma naturales como un indicador de uranio cualitativo. Por lo tanto, la práctica ha sido llevar a cabo primeramente un perfil de rayos gamma en la perforación de exploración con fines de reconocimiento y luego, en base a las indicaciones del perfil de rayos gamma de posibles zonas portadoras de uranio, llevar a cabo un perfil de ensayo de NFR frente a estas zonas.

Según se explica en la solicitud de patente española nº 417.355, se puede llevar también a cabo una operación de perfilaje de respuesta para obtener una indicación de la respuesta de las zonas rocosas que se están investigando, a la moderación y absorción de electrones. Se puede correlacionar el perfil de respuesta, así obtenido, con el perfil de ensayo de NFR para obtener una indicación corregida del contenido de uranio.



RESUMEN DE LA INVENCION

De acuerdo con la presente invención se provee un nuevo y mejorado procedimiento de cateo de uranio en que se lleva a cabo dos perfiles de NFR en una perforación de exploración. Se lleva a cabo el primer perfil de NFR para fines de reconocimiento y se le puede llevar a cabo después de un perfil de rayos gamma preliminarmente llevado a cabo, o también en lugar del mismo. Luego se lleva a cabo un segundo perfil de NFR para fines de ensayo de modo de obtener una indicación cuantitativa del contenido de uranio. Se lleva a cabo el perfil de reconocimiento, atravesando una roca subterránea, penetrada por una perforación de exploración, con una herramienta de perfilaje que contiene una fuente de neutrones y un detector de radiación. Se opera la fuente de neutrones de modo de irradiar material rocoso adyacente a la perforación en una pluralidad de lugares a lo largo de la perforación, con descargas intensas repetitivas de neutrones rápidos que están espaciadas por intervalos de tiempo que son mayores que el tiempo necesario para la disipación de neutrones que se originan en las descargas intensas. Durante los intervalos entre las descargas intensas de neutrones y luego de la disipación de los neutrones originales de la fuente, se opera el detector de modo de detectar la radia-



ción que es consecuencia de los neutrones retardados que resultan de la fisión neutrónica de uranio. Se registra la irradiación, así detectada, en correlación con la profundidad de modo de obtener un perfil de reconocimiento mediante el cual se puede identificar zonas de contenido de mena de uranio. Después de esto, se obtiene un perfil de ensayo de NFR irradiando una zona que se sospecha que es portadora de mena de uranio, con descargas intensas repetitivas de neutrones rápidos, como en el caso del perfil de reconocimiento, las descargas intensas de neutrones rápidos están espaciadas por intervalos de tiempo que son mayores que el tiempo necesario para la disipación de neutrones originados en las descargas intensas y se opera un detector, después de la disipación de los neutrones originales de la fuente, para detectar la radiación originada por los neutrones retardados que resultan de la fisión neutrónica del uranio. Para fines de ensayo, se continúa la irradiación de la zona, que se está investigando, durante un período de tiempo relativamente prolongado en comparación con el período de irradiación de la zona durante el procedimiento de perfilaje de reconocimiento. Se registra la radiación detectada durante el procedimiento de perfilaje de ensayo de manera de obtener un perfil de ensayo que es cuantitativamente representativo del contenido de uranio de la zona.



En una forma preferida de poner en práctica la presente invención, se obtiene el perfil de reconocimiento moviendo la herramienta de perfilaje a través de la perforación a una velocidad tal que la cantidad de descarga intensas de neutrones rápidos, por cada 30,5 cm. de perforación atravesada, está comprendida en la gama de 12 a 60. Además, se prefiere, al llevar a cabo tanto el perfil de reconocimiento como el perfil de ensayo, que la radiación detectada comprenda neutrones térmicos.

De acuerdo con otra manera de poner en práctica la presente invención, se lleva a cabo las operaciones de perfilaje de reconocimiento y ensayo, con NPR, juntamente con un perfil de respuesta del tipo que se describe en la mencionada solicitud de patente española nº 417.355. Al llevar a cabo la operación de perfilaje de respuesta, se irradia la sección rocosa, que se está investigando, con neutrones rápidos de modo que los neutrones son moderados en la roca adyacente a la perforación de manera de reducir los niveles de energía y sufrir absorción en la roca. Se opera un detector de manera de detectar la radiación secundaria que se debe a los neutrones de menor energía, puesto que estos neutrones se ven influenciados por la moderación y absorción de los neutrones de la fuente. Se aplica la salida de este detector a un sistema de registro de modo de obtener un perfil que representa la res-



118

puesta de la formación a la moderación y absorción de neutrones dentro de la formación. Los resultados del perfil de respuesta pueden ser examinados de modo de estimar el régimen al cual se debe llevar a cabo el perfil de reconocimiento de NFR. Además se puede correlacionar el perfil de respuesta con el perfil de ensayo de NFR posteriormente obtenido, de manera de llegar a un valor corregido de contenido de uranio de las zonas potencialmente portadoras de uranio.

10 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se provee un nuevo y mejorado sistema de perfilaje de perforaciones que se puede utilizar para llevar a cabo los perfilajes tanto de reconocimiento como de ensayo. El sistema incluye una herramienta de perfilaje de
15 perforación, que comprende una fuente de neutrones rápidos, y una primera y una segunda unidades de detección de radiación. La primera unidad de detección es apta para la detección de radiación resultante de neutrones retardados que son producidos por la fisión neutrónica del uranio y la segunda unidad de detección es apta para la de-
20 tección de radiación que representa la intensidad de la fuente de neutrones. El sistema comprende además medios para accionar la fuente de modo que produzca descargas intensas repetitivas de neutrones rápidos en los inter-
25 valos de tiempo descritos más arriba, y primeros y segun-



131 1 1

dos canales de medición para medir respectivamente las salidas de las unidades detectoras en la herramienta. El sistema comprende también medios para producir lecturas de los dos canales de medición para una cantidad relativamente pequeña de descargas intensas de neutrones cuando se opera el sistema en un modo de reconocimiento y para una cantidad relativamente grande de descargas intensas de neutrones cuando se opera el sistema en un modo de ensayo.

10

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es una ilustración esquemática, parcialmente en corte, de un sistema de perfilaje de una forma preferida de la presente invención que es útil para perfilajes tanto de reconocimiento como de ensayo;

15

La figura 2 es una ilustración, parcialmente en corte, de un sistema de perfilaje que se puede utilizar para obtener un perfil de rayos gamma preliminarmente llevado a cabo y un perfil de respuesta; y

20

la figura 3 es una ilustración de un perfil de reconocimiento obtenido de acuerdo con la presente invención.

DESCRIPCION DE FORMAS ESPECIFICAS DE REALIZACION

25

Los dos procedimientos que son fundamentales pa-



ra la puesta en práctica de la presente invención, son el perfilaje de reconocimiento con NFR para identificar zonas rocosas portadoras de uranio y el perfilaje de ensayo con NFR de estas zonas de modo de obtener una indicación cualitativa del contenido de uranio. Se describirá aquí solo brevemente el perfilaje de ensayo con NFR. Para una descripción más detallada del perfilaje de ensayo con NFR, se podrá consultar la ya mencionada patente norteamericana Nº 3.686.503 de Givens y otros.

10 Haciendo referencia ahora nuevamente a la figura 1, se ilustra en la misma una herramienta de perfilaje 10 que está suspendida de un cable 12 en una perforación 14. Se transmite las señales de la herramienta de perfilaje 10 hacia arriba por el pozo mediante conductores de un cable 12 hasta un circuito de análisis y registro 20 que se encuentra en la superficie. El circuito 20 opera con las mediciones realizadas perforación abajo y las registran de acuerdo con lo que se explicará más adelante. Se arrolla el cable 12 sobre un tambor impulsado por motor 19 y los varios conductores del cable 12 están conectados, a través de conexiones, (no ilustradas) de anillos colectores y escobillas al circuito 20. Medios indicadores de profundidad 21 producen una señal de profundidad que se registra de modo que se pueda correlacionar las mediciones en el interior de la perforación con la pro-



fundidad a la cual han sido realizadas. El indicador de
profundidad 21 puede adoptar la forma de un codificador
óptico del tipo obtenido de Dynamic Research Corp., como
el Modelo Nº DRC-29-11-Bo3-300. Este dispositivo opera
5 como generador de pulsos para producir una determinada
cantidad de pulsos para cada longitud unitaria de profun-
didad atravesada por la herramienta de perfilaje.

La herramienta de perfilaje 10 comprende una
fuente de neutrones pulsada 22 para la irradiación de la
10 roca adyacente a la perforación con descargas intensas de
neutrones rápidos, una unidad de control 23 para la fuen-
te, y un detector de radiación 24 para la detección de la
radiación secundaria originada por los neutrones retar-
dados que resultan de la fisión neutrónica del uranio.

15 La fuente 22 puede ser una fuente de neutrones rápidos
de deuterio-tritio del tipo acelerador. En teoría, el de-
tector de radiación 24 puede ser un detector de neutrones
o bien un detector de rayos gamma (sensible a los rayos
gamma resultantes de la captura de neutrones térmicos).

20 Sin embargo, el uso de un detector de rayos gamma requie-
re llevar a cabo una compleja discriminación de niveles
de energía para discriminar los rayos gamma de la captu-
ra con respecto a los rayos gamma resultantes de la ra-
dioactividad natural de cualquier uranio que esté presen-
25 te y de los rayos gamma resultantes de la activación de



oxígeno-16 según se describirá más adelante. Por lo tanto, se prefiere que el detector de radiación 24 adopte la forma de un detector de neutrones térmicos. Por ejemplo, el detector 24 puede comprender uno o más contadores proporcionales de helio-3 del tipo descrito en la patente norteamericana Nº 3.102.198 de Bonner. Estos contadores de helio-3 son principalmente sensibles a neutrones térmicos y se hacen crecientemente insensibles a los neutrones de niveles de energía progresivamente más altos. Por ejemplo, utilizando como patrón (100%) el rendimiento de detección de estos contadores para neutrones térmicos, los rendimientos relativos para neutrones de 1 ev, neutrones de 10 ev y neutrones de 100 ev, son 16,6 y 1,6%, respectivamente. Se opera cíclicamente la fuente 22 de modo de producir descargas intensas de neutrones rápidos espaciadas en el tiempo, siendo los intervalos de tiempo, entre las descargas intensas de neutrones rápidos, mayores que el tiempo necesario para la disipación de los neutrones de la fuente dentro de la formación. Durante los intervalos de tiempo comprendidos entre las descargas intensas y después de la disipación de los neutrones de la fuente, se opera el detector 24 juntamente con circuitos de compuerta apropiados, según se describirá más adelante, para detectar neutrones termalizados resultantes de la fisión de uranio con neutrones retardados. Se

18 APR



transmite la salida del detector 24 al circuito de la superficie mediante un conductor 24a que se extiende a través del cable 12. Se puede utilizar los circuitos de compuerta para hacer operativo al detector 24 o sensible a la radiación secundaria, solamente durante los intervalos de medición deseados. Sin embargo, comúnmente el detector 24 será continuamente sensible a la radiación secundaria y se utilizará los circuitos de compuerta para comunicar la salida del detector a los medios apropiados de medición durante los intervalos de medición deseados.

La herramienta de perfilaje 10 comprende también un segundo detector de radiación 26 que, según se ha descrito en la ya mencionada patente norteamericana nº 3.686.503 y también en la patente norteamericana Nº 3.688.117 de Wyatt W. Givens se utiliza para vigilar indirectamente la intensidad neutrónica de la fuente 22. Se transmite la salida del detector 26 hacia la superficie a través del conductor 26a. El detector 26, que puede adoptar la forma de un contador convencional de rayos gamma, es utilizado para detectar rayos gamma retardados que son emitidos por el oxígeno contenido en la formación, como resultado de la irradiación con neutrones rápidos de la fuente 22. La reacción mediante la cual son emitidos estos rayos gamma es:





118

Se produce el decremento del nitrógeno-16 por emisión β de acuerdo con la precedente reacción con una vida media de 7,14 seg. Para cualquier cantidad determinada de núcleos de oxígeno, la cantidad de rayos gamma emitidos, que tiene predominantemente energías de 6,14, 6,92 y 7,12 Mev, es proporcional a la cantidad de neutrones rápidos emitidos por la fuente 22. Puesto que la concentración de oxígeno de la mayoría de las formaciones subterráneas es relativamente constante, el régimen de cuenta de rayos gamma retardados resultantes de la precedente reacción (1), provee una medida de la intensidad de la salida neutrónica de la fuente 22.

Se dará ahora una descripción de la porción superior de la perforación del sistema de ensayo NFR, comprendiendo los circuitos 20 un generador de base de tiempo 28, generadores de compuerta de retardo 30 y 31, escalonadores controlados por compuertas 33 y 34, y un registro de pulsos preajustado variable 36. Se utiliza el generador de base de tiempo 28 para generar un tren de pulsos disparadores para el funcionamiento de la unidad de control 23 para la fuente de neutrones en la perforación 22 y los generadores de compuerta de retardo 30 y 31. La unidad de control 23 responde a un pulso del generador de base de tiempo para hacer que la fuente 22 emita una descarga intensa de neutrones rápidos. Los escalonadores 33

18



y 34 son contadores de acumulación que almacenan las cuentas de radiación aplicadas hasta el momento de la lectura de las mismas, en cuyo momento quedan restablecidos a cero. Los generadores de compuerta de retardo responden a un pulso del generador de base de tiempo 28 de modo de habilitar a los escalonadores 33 y 34 de modo que cuenten las salidas de los detectores 24 y 26, respectivamente, durante los intervalos de tiempo deseados después de la descarga intensa de neutrones rápidos. Los circuitos en la parte superior de la perforación incluyen también un indicador de profundidad digital 38 que recibe la salida del codificador de profundidad 21 y la aplica en formato digital a un registrador digital 40. El indicador 38 puede ser un acumulador inversor obtenible de Systems Development Incorporated, Dallas, Texas, como Modelo Nº SDI 5243, y el registrador 40 puede adoptar la forma de un impresor de columnas digital obtenible de Esterline-Angus, Inc., como Modelo Nº P-500. Se aplica las salidas de los escalonadores 33 y 34 al registrador 40 y también a convertidores digital a analógico 42 y 44 donde son convertidas al formato analógico y son aplicadas a un registrador analógico 46 juntamente con la señal de profundidad que proviene del indicador 21. Se aplica también la salida del indicador 21 a un medidor de régimen 48 que indica la velocidad a la cual se mueve la herramienta de perfilaje a través de



la perforación.

Dejando temporariamente de lado la descripción del sistema ilustrado en la figura 1, se puede poner en práctica la presente invención juntamente con un perfilaje de rayos gamma naturales preliminarmente llevado a cabo, o se puede omitir el perfilaje de rayos gamma y basarse en el perfilaje de reconocimiento NFR como único indicador cualitativo del uranio. Sin embargo, por lo general resulta preferible llevar primeramente a cabo un perfilaje de rayos gamma naturales y, si se encuentra la presencia de anomalías apropiadas en el perfilaje de rayos gamma, se lleva entonces a cabo el perfilaje de reconocimiento NFR. Esta secuencia de operaciones es ventajosa en varios sentidos. Cuando el uranio originario y sus elementos derivados se separan por lixiviación, la zona que contiene los elementos derivados puede manifestar una elevada emisión de rayos gamma naturales aunque no esté presente uranio. Llevando a cabo el perfilaje de reconocimiento NFR, se puede eliminar esta zona de cualquier consideración posterior, sin necesidad de llevar a cabo un ensayo de punto fijo. A la inversa, si no ha transcurrido suficiente tiempo desde el proceso de lixiviación para que se haya restablecido el equilibrio, la zona uranífera puede no ser indicada por una anomalía en el perfilaje de rayos gamma, pero puede ser identificada por



el perfilaje de reconocimiento NFR. Por lo tanto, cuando el perfilaje de rayos gamma inicialmente llevado a cabo muestra una o más zonas de alta actividad gamma, será deseable llevar a cabo el perfilaje de reconocimiento NFR no solo a través de estas zonas sino también sobre ciertas distancias significativas por encima y por debajo de las zonas. Normalmente resulta preferible llevar a cabo el perfilaje de reconocimiento a través de toda la sección de roca penetrada por la perforación. En aquellos casos en los cuales el perfilaje de rayos gamma no llega a revelar ninguna anomalía, se cerrará normalmente la perforación de exploración sin otras exploraciones de perfilaje.

Si se lleva a cabo un perfilaje de rayos gamma, se prefiere comúnmente llevar a través del mismo cable un perfilaje de respuesta como el descrito en la ya mencionada solicitud de patente española Nº 417.355. Según se explica en dicha solicitud, se correlaciona más tarde el perfilaje de respuesta con el ensayo NFR para llegar a un valor corregido del contenido de uranio. Además, según se describirá más adelante, se puede emplear los resultados del perfilaje de respuesta para determinar parámetros operativos deseados para el perfilaje de reconocimiento NFR.

En la figura 2 se ilustra una disposición para obtener un perfilaje de rayos gamma naturales y un perfilaje



18A

laje de respuesta. Este sistema comprende un detector de radiación gamma natural, una fuente para irradiar material rocoso adyacente con neutrones rápidos, y un detector para detectar radiación secundaria asociada con los neutrones de baja energía resultantes de la irradiación con neutrones rápidos. Más particularmente, se muestra en la figura 2 una herramienta de perfilaje 50 que está suspendida en la perforación 14 mediante un cable 52 soportado por un tambor impulsado por motor 53. La herramienta de perfilaje comprende una fuente de neutrones rápidos 54, un primer detector de radiación 56 dispuesto en cercana proximidad a la fuente 54, y un segundo detector remotamente situado 58 para la detección de rayos gamma. El detector 58 estará de preferencia espaciado con respecto a la fuente 54 por una distancia de 2,44 m o más de manera de asegurar que responderá solamente a radiación gamma natural. El detector 56, que es de preferencia un detector de neutrones térmicos, está espaciado en una distancia relativamente corta, por ejemplo del orden de 38,1 a 50,8 cm, con respecto a la fuente 54. Se transmite las salidas de señal de los detectores 56 y 58 hacia la parte superior de la perforación mediante conductores 56a y 58a del cable 52 y a través de conexiones de anillos colectores y escobillas (no ilustradas) a un sistema registrador 60 que registra por separado los regímenes de cuenta de los de-



tectores. A medida que la herramienta de perfilaje se mueve a través del pozo, medios indicadores de profundidad tales como una polea medidora 62, producen una señal de profundidad que se aplica también al registrador 60, correlacionando así las mediciones en la parte inferior de la perforación con las profundidades a las cuales se las toma.

Al llevar a cabo el perfilaje de reconocimiento, se hace bajar la herramienta de perfilaje 10 (figura 1) hasta un lugar deseado en el pozo, normalmente en el fondo de la sección rocosa que se está explorando. La sección de roca que se está investigando, es atravesada por la herramienta de perfilaje mientras la fuente 22 trabaja al régimen deseado de modo de irradiar el material rocoso adyacente en una pluralidad de lugares a lo largo de la perforación con descargas intensas de neutrones rápidos. Se controla el régimen de repetición de pulsos de la fuente 22 mediante la señal de salida de pulsos del generador de base de tiempo 28 que se aplica a través del conductor 23a a la unidad de control 23. Por ejemplo, se puede operar la fuente de manera que el pulsada de modo de proporcionar dos descargas intensas de neutrones rápidos por segundo, teniendo cada descarga intensa una duración de aproximadamente 3,us. Se puede utilizar otros parámetros apropiados. Por ejemplo, la duración del pulso puede llegar

18 ABR



5 hasta varios centenares de microsegundos y en una manera similar el régimen de repetición de pulsos puede alcanzar hasta varias decenas de descargas intensas por segundo. Se aplica también la señal de salida del generador de base de tiempo, a través de conductores 30a y 31a, a generadores de compuerta de retardo 30 y 31 respectivamente. El generador de compuerta de retardo 30 opera en respuesta a cada pulso del generador 28 de modo de permitir que el escalonador 33 comience a contar después de un cierto intervalo de tiempo deseado a partir de la descarga intensa de neutrones rápidos de la fuente 22. Por ejemplo, el escalonador 33 puede comenzar a contar aproximadamente 2 a 5 ms después de cada descarga intensa de neutrones y continuar la cuenta hasta el comienzo de la siguiente descarga intensa de neutrones. Se aplica la salida del detector 24 a través de etapas apropiadas de amplificación y discriminación de altura de pulsos (no ilustradas) al escalonador controlado por compuerta 33. La salida del detector 26 es transmitida también a la superficie y es aplicada, a través de etapas apropiadas de amplificación y discriminación de altura de pulsos (no ilustrada) al escalonador controlado por compuerta 34. Por lo tanto, el escalonador 34 registra una cuenta de rayos gamma que es proporcional a la cantidad de neutrones producidos por la fuente de la parte inferior de la perforación 22. El es-

10

15

20

25

18 A



calonador 34 será normalmente habilitado para la cuenta mediante el generador de compuerta de retardo 31 durante el mismo período, comprendido entre descargas intensas de neutrones, que el escalonador 33.

5 Se aplica también la salida del generador de base de tiempo 28, a través del canal 36a, que incluye el conmutador cerrado 36b, al registro de pulsos preajustado 36. Se ajusta este registro de modo de generar un pulso de control después de recibir una cantidad deseado de
10 pulsos de cronización del generador 28. Suponiendo que se opera la herramienta de perfilaje de modo de atravesar continuamente la sección rocosa, en vez de por incrementos, el número introducido en el registro 36 quedará determinado por el régimen de pulsos del generador 28,
15 la velocidad a la cual se mueve la herramienta de perfilaje a través de la perforación, y la unidad de intervalo sobre la cual se toma el promedio de las mediciones. Por ejemplo, suponiendo que se desea obtener lecturas de los escalonadores 33 y 34 para cada sección de 30 cm de perforación
20 atravesada, y que la herramienta se mueve a una velocidad de perfilaje de 1,83 m/min con una salida de la fuente de dos descargas intensas de neutrones por segundo, se introducirá en el registro de pulsos una cuenta de veinte.

25 Cuando los pulsos acumulados del generador de ba-



se de tiempo 28 alcanzan la cantidad introducida en el registro de pulsos 36, el registro genera un pulso de señal que se aplica a través de canales 33a, 34a y 38a a los escalonadores 33 y 34 y al indicador de profundidad digital 38, respectivamente. En respuesta a esta señal, se aplica al registro digital 40 la profundidad de la herramienta de perfilaje 10, según queda registrada por el indicador de profundidad 38, y los datos acumulados en los escalonadores 33 y 34. Por ejemplo, cuando el registro 40 es un impresor de columnas de acuerdo con lo descrito más arriba, los datos provenientes de las unidades 33, 34 y 38 serán impresos sobre cinta de papel. Al completarse el registro de datos, quedarán restablecidos a cero el registro de pulsos 36 y los escalonadores 33 y 34. Las operaciones de impresión y restablecimiento requieren solamente unos pocos milisegundos y por lo tanto quedan completadas durante el período de retardo de acuerdo con lo determinado por los generadores de compuerta de retardo 30 y 31. El conmutador 28b del canal 28a se encuentra en la posición abierta durante la operación de perfilaje de reconocimiento. Por tanto, el generador 28 no se ve afectado por la salida del registro 36 y continúa el funcionamiento de la fuente 22 y los escalonadores 33 y 34.

25

Se aplica también los datos, acumulados en los



escaladores 33 y 34, a convertidores digital a análogo 42 y 44, respectivamente. Las salidas de las unidades 42 y 44 son señales de tensión analógicas que representan los datos digitales aplicados. Se aplica estas señales de tensión al registro analógico 46 donde son registradas en formato analógico como función de la profundidad.

La disposición descrita más arriba, de escaladores y convertidores digital a analógico, resulta particularmente ventajosa cuando, según será generalmente el caso, se obtiene regímenes de cuenta relativamente bajos de los detectores 24 y 26. Las salidas de los escaladores al registrador digital, permite registrar la radiación detectada con un grado razonablemente elevado de exactitud y al mismo tiempo las entradas analógicas al registrador 46, permiten que el operador observe visualmente el perfil a medida que lo obtiene. Se comprenderá en las áreas en las cuales se encuentran regímenes de cuenta relativamente elevados, puede resultar innecesario el grado de exactitud proporcionado por los escaladores 33 y 34. En este caso, se puede eliminar los escaladores y sus convertidores digital a analógico asociados, y se puede aplicar las salidas de los detectores 24 y 26 a medidores de régimen de cuenta controlados por compuerta.



18 AB

La cantidad de descargas intensas de neutrones rápidos, por cada 30 cm de perforación atravesados durante la operación de perfilaje de reconocimiento, dependerá de factores tales como la duración y la intensidad neutrónica de las descargas intensas de la fuente 22 y de la capacidad de las zonas rocosas que se está investigando, con respecto a moderación y absorción de neutrones. Para una intensidad de fuente típica del orden de 5×10^7 neutrones por descarga intensa, se preferirá en la mayoría de los casos mover la herramienta de perfilaje 10 a través de la perforación durante la operación de perfilaje de reconocimiento, a una velocidad tal que la cantidad de descargas intensas de neutrones rápidos de la fuente 22 por cada 30 cm lineales de perforación, estará comprendida en la gama de 12 a 60. Cuando la intensidad neutrónica de la fuente es relativamente elevada y/o cuando la roca que se está investigando manifiesta una capacidad relativamente baja para moderación y absorción de neutrones, se puede mover la herramienta a través de la perforación a una velocidad relativamente elevada de modo de dar por resultado un régimen de descargas intensas de neutrones, por cada 30 cm, cerca del extremo inferior de dicha gama. Para una fuente de baja intensidad y/o una respuesta de absorción y moderación relativamente elevada, será normalmente necesario mover la herra-



118 P. 77

mienta de perfilaje a través de la perforación a una velocidad un poco menor de modo de lograr una mayor cantidad de descargas neutrónicas intensas por cada 30 cm de perforación. De acuerdo con lo precedente, se puede apreciar que es posible utilizar con ventaja un perfilaje de respuesta inicialmente llevado a cabo, para llegar a una estimación de la capacidad de la sección rocosa que se está investigando con respecto a la moderación y absorción de neutrones. De acuerdo con esto, se puede determinar la cantidad de descargas intensas de neutrones rápidos por cada 30 cm, que resulta deseable para el perfilaje de reconocimiento, de modo de llegar a la velocidad a la cual se debe llevar a cabo el perfilaje de reconocimiento NFR.

Después de completar la operación de perfilaje de reconocimiento, se examina el perfil así obtenido de modo de localizar zonas portadoras de mena de uranio de acuerdo con lo indicado por la cuenta de neutrones de fisión retardados del escalonador 33. Al interpretar el perfilaje de reconocimiento, se comprenderá que se debe interpretar la cuenta NFR del escalonador 33 en correlación con la cuenta de rayos gamma del escalonador 34. Se puede ilustrar esto con referencia a la figura 3, que muestra los resultados de un perfil de reconocimiento, tal como podría aparecer en formato analógico sobre un registrador de cartilla en tira. En la figura 3, la cur-

118



va G es un trazado en función de la profundidad (en orde-
nadas) de la cuenta de monitor de rayos gamma del escalo-
nador 34 y del convertidor digital a analógico 44, mien-
tras que la curva N es un trazado en función de la pro-
fundidad de la cuenta de neutrones de fisión retardados
5 del escalonador 33 y del convertidor digital a analógi-
co 42. Según se puede ver en la figura 3, la curva N
manifiesta una deflexión que indica un aumento de las
cuentas de neutrones en las secciones N_1 y N_2 . La defle-
xión en la sección N_1 indica la zona portadora de uranio.
10 Sin embargo, adyacentemente a la sección N_2 , se puede ob-
servar que la curva de rayos gamma G muestra una corres-
pondiente deflexión que indica que la cuenta más eleva-
da de neutrones en este punto se debe probablemente a un
15 aumento de la intensidad de la fuente neutrónica más bien
que la existencia de una zona de mena de uranio.

Al llevar a cabo la operación de perfilaje de
ensayo, se puede determinar el período de ensayo por la
cantidad de neutrones de la fuente 22 según se indica in-
20 directamente mediante el escalonador 34 o por la cantidad
de descargas intensas de neutrones de la fuente 22 según
se indica mediante el registro de pulsos 36. Comúnmente
se preferirá el primer modo de operación. En este caso,
se cierra el conmutador 52 que conduce hacia los canales
25 28c, 33b, y 38b, y se abre el conmutador 36h. Según se



explicó más en detalle en la ya mencionada patente norteamericana Nº 3.686.503, el escalonador 34 registra la cuenta de rayos gamma (que indica la cantidad de neutrones de la fuente 22) hasta un valor predeterminado y aplica entonces una señal de control mediante los canales 28c, 33b y 38b al generador de base de tiempo 28, escalonador 33 e indicador de profundidad digital 38. En respuesta a esta señal, se desconecta el generador de base de tiempo interrumpiendo así la salida de neutrones de la fuente 22 en la parte baja de la perforación y ambos escalonadores 33 y 34 llevan a cabo la cuenta de modo de completar un período de ensayo para la zona que se está investigando. Además, el registrador 40 registra los datos en los escalonadores 33 y 34 y el indicador de profundidad 38.

En el otro modo de operación, se utiliza el registro de pulsos preajustado 36 para determinar el período de ensayo. En este caso se abre el conmutador 52 y se cierra los conmutadores 36b y 28b. Se establece el registro 36 para la cantidad de pulsos que corresponden a la cantidad deseada de descargas intensas de neutrones para un ensayo. Cuando la cantidad de pulsos del generador de base de tiempo 28 alcanza este número, el registro de pulsos 36 genera una señal que se aplica, a través del canal 28a, de modo de desconectar el generador de base de tiempo 28. Esto termina nuevamente la operación de pulsación neu-

18. ALI.



trónica en la parte inferior de la perforación, como así
también la cuenta por ambos escalonadores 33 y 34. Se
aplica también la señal de salida del registro de pul-
sos 36 a los escalonadores y al indicador de profundi-
5 dad 38 de manera de hacer que sean registrados por el
registrator 40 los datos acumulados por los escalonado-
res y la profundidad. En este modo de funcionamiento, el
registro de pulsos actúa como cronizador juntamente con
el generador de base de tiempo. Suponiendo que el régi-
10 men de repetición de la fuente de neutrones 22 es de dos
descargas intensas por segundo, de acuerdo con lo des-
crito más arriba, se puede ajustar el registro 36 de mo-
do que genere su pulso de control en respuesta a la acu-
mulación de 360 pulsos del generador 28, lo cual corres-
15 ponde una cantidad similar de descargas intensas de la
fuente 22, y al régimen de dos descargas intensas por
segundo, se obtiene un período de ensayo de aproximada-
mente 3 min.

La presente solicitud que corresponde a la pre-
20 sentada en los Estados Unidos de América el 13 de Abril
de 1973, con el número 350.868, se acoge a los beneficios
del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad In-
dustrial.



18 APR

5

REIVINDICACIONES

10

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

15

1ª.- Un sistema de perfilaje de perforaciones, para el uso en perfiles de reconocimiento y ensayo en el cateo de uranio, la combinación que comprende: (a) una herramienta de perfilaje apta para su inserción en una perforación y que incluye una

20

fuentes de neutrones rápidos, primeros medios de detección y segundos medios de detección, siendo aptos dichos primeros medios de detección para la detección de radiación resultante de neutrones retardados que resultan de la fisión de uranio por neu-

25

trones, y siendo aptos dichos segundos medios de

16.4.74

118 A^m



5 detección para la detección de radiación que re-
 presenta la intensidad de dicha fuente de neutrones,
 (b) medios para operar dicha fuente de modo de pro-
 ducir descargas intensas repetitivas de neutrones
10 rápidos que tienen intervalos de tiempo, entre las
 mismas, que son mayores que el tiempo necesario pa-
 ra la disipación, en una formación terrestre, de neu-
 trones originados en dichas descargas intensas, (c)
 un primer canal de medición y un segundo canal de me-
15 dicción para medir las salidas de dichos primeros me-
 dios detectores y segundos medios detectores, respec-
 tivamente, y (d) medios para producir lecturas de di-
 chos canales de medición que son representativas de
 la radiación detectada por dichos primeros medios de
20 detección y dichos segundos medios de detección pa-
 ra una cantidad relativamente pequeña de descargas
 intensas de neutrones cuando se opera dicho sistema
 en un modo de reconocimiento y para producir lectu-
 ras que representan la radiación detectada por di-
 chos medios detectores para una cantidad relativamen-
 te grande de descargas intensas de neutrones cuando
 se opera dicho sistema en un modo de perfil de en-
 sayo.

25 2ª.- Un sistema de acuerdo con la reivin-
 dicación 1ª, en que cada uno de dichos primero y se-

16.4.74



gundo canales de medición incluye un contador y comprende además medios registradores digitales capaces de registrar valores acumulados en dichos con tadores, y medios registrados analógicos para regis-
5 trar valores acumulados en dichos contadores.

3ª.- Un sistema de acuerdo con la reivin-
dicación 2ª, en que dichos medios productores de lec-
tura incluyen un registro de pulsos preajustado va-
riable capaz de generar una señal de control en res-
10 puesta a la presencia de una cantidad preajustada
de descargas intensas de neutrones por dicha fuen-
te, y medios capaces de aplicar dicha señal de con-
trol a dichos contadores de modo que se aplica los
valores, acumulados en los mismos, a dichos medios
15 registradores digitales y analógicos.

4ª.- UN SISTEMA DE PERFILAJE DE PERFORA
CIONES, PARA USO EN PERFILES DE RECONOCIMIENTO Y
ENSAYO EN EL CATEO DE URANIO.

Tal y como se ha descrito en la Memoria
20 que antecede, representado en los dibujos que se acom-
pañan y para los fines que se han especificado.

25

6.4.74

18



Esta Memoria consta de treinta y dos hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

P.A.

18 ABR. 1974

Alberto de Lizaso
Por Poder

16.4.74
MCM

257765

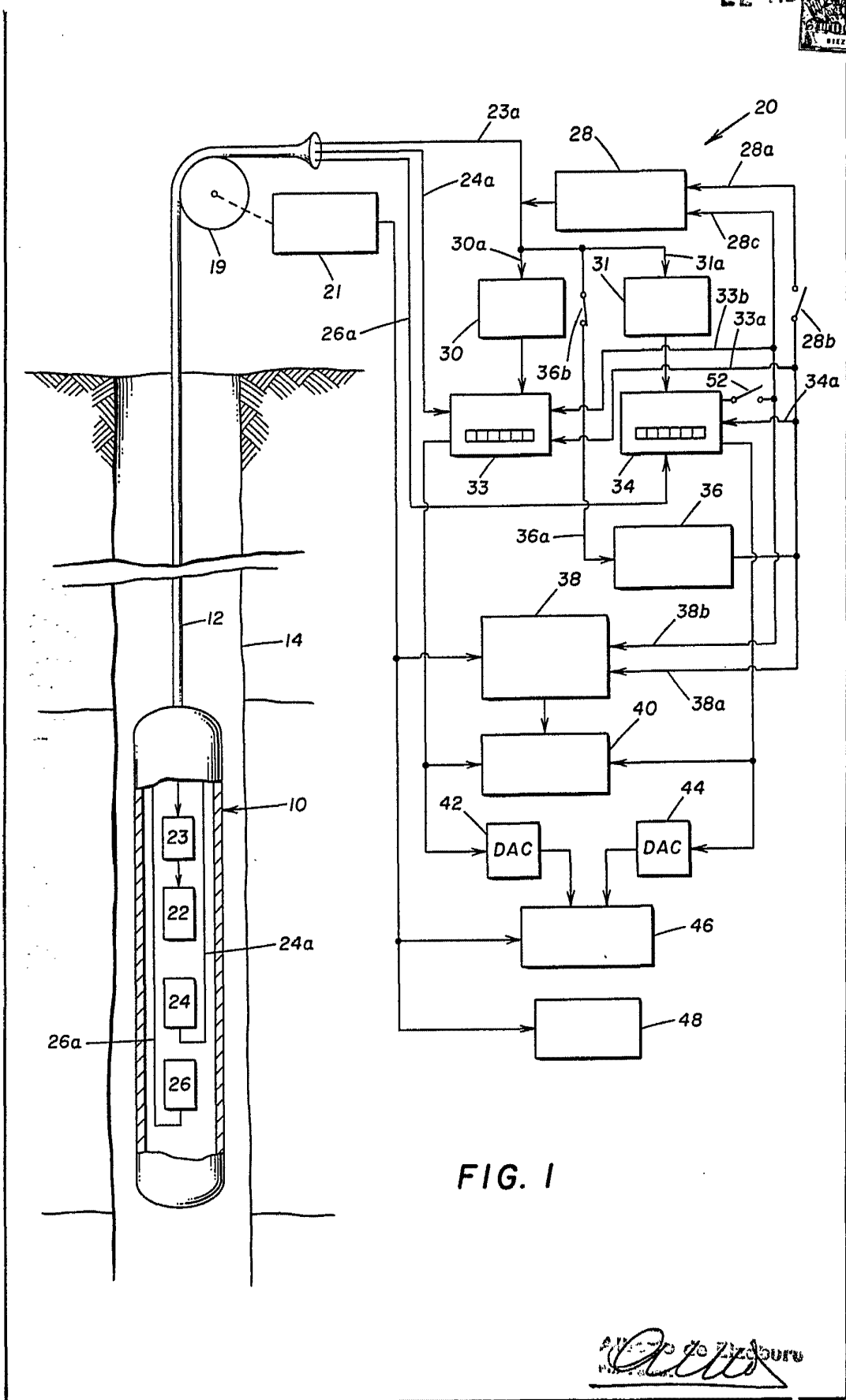


FIG. 1

Alfred de Zeeburo

95705

22 FEB 1954



FIG. 2

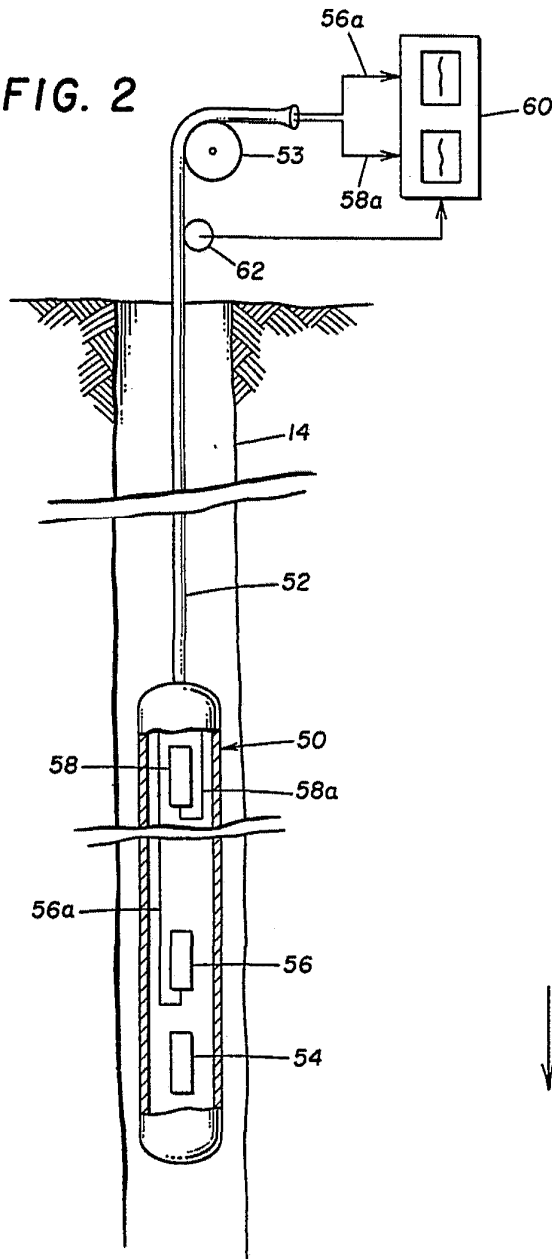
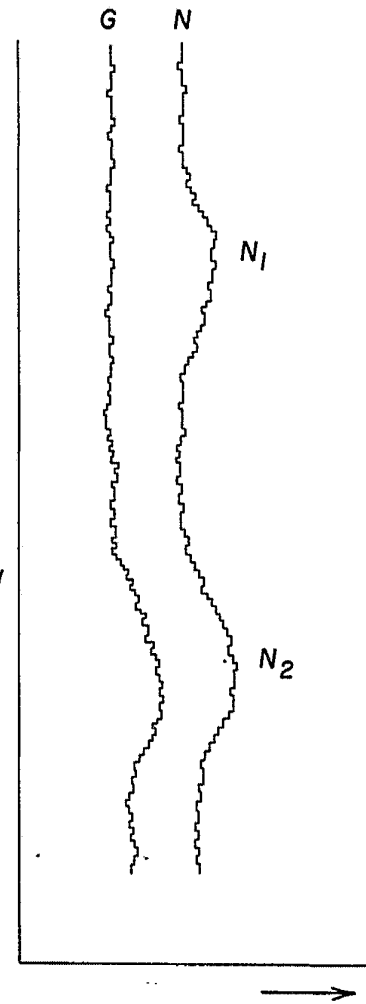


FIG. 3



Handwritten signature or initials.