

40.441



INCL. GOLV

P.- 51.175

File:F-7542 (7545)

404441

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I. P. C.
CLASE _____
SUBCLASE _____

MEMORIA DESCRIPTIVA

para solicitar PATENTE DE INVENCION por VEINTE años

a nombre de MOBIL OIL CORPORATION

entidad norteamericana

con domicilio en 150 East 42nd Street, Nueva York, N.Y.,
Estados Unidos de América.

por: "UN METODO PARA LA DETERMINACION DE LA EXISTENCIA
DE URANIO EN LAS FORMACIONES ATRAVESADAS POR UN
AGUJERO DE PERFORACION"

(Clase Internacional G01v)

30.6.72
MCM

404441



P.- 51.175

File: F-7542
(7545)

La diagrafía de rayos gamma naturales
se usa corrientemente como indicador cuantitativo
de la mineralización del uranio en las formaciones
térreas perforadas por medio de un agujero de per-
foración, es decir, una velocidad elevada de re-
cuento de impulsos de rayos gamma en una diagrafía
de rayos gamma naturales sugiere la existencia de
una región mineralizada. Las diagrafías de rayos
gamma naturales obtenidas por la práctica conven-
cional no pueden usarse como medida cuantitativa
de confianza de la riqueza de un mineral de uranio.
Esto se debe fundamentalmente a las condiciones de
desequilibrio que existen entre el uranio 238 pre-
cursor y los elementos descendientes, especialmen-
te el bismuto-214, que emite la mayor parte de los
rayos gamma que contribuyen a la diagrafía de rayos
gamma naturales. Se ha comprobado que existe un de-
sequilibrio cuando los elementos radiactivos descen-
dientes llegan a separarse del uranio precursor a
través de diversos procedimientos, tales como lixi

404441



viación. Si no ha transcurrido suficiente tiempo en
entre la separación del precursor de uranio y los ele
mentos radiactivos descendientes, puede haber pre-
sente en la masa real del mineral una actividad de
5 rayos gamma naturales relativamente baja. Por el con
trario, se puede encontrar una alta radiactividad na
tural procedente de los descendientes separados, con
poco o nada de uranio presente.

Además de lo anterior, otros elementos,
10 particularmente el potasio y el torio, emiten radia
ción gamma natural. Esta radiación, cuando se detec
ta y registra, reduce la efectividad de una diagra
fía de rayos gamma naturales como medida cuantitati
va de la riqueza del mineral de uranio.

15 La práctica de exploración corriente se
efectúa perforando pozos de exploración o sondeo ex
tensivamente en una disposición ampliamente sepa
rada y muy extensivamente en una disposición más
próxima, después de que se encuentran buenas mues
20 tras de mineralización por diagrafía de rayos gamma
naturales. Se perforan pozos testigos y estos testi
gos se analizan químicamente de modo extensivo para
evaluar cuantitativamente el depósito de mineral. Esta
práctica, sin embargo, es muy cara. Por ejemplo, el
25 coste de la extracción de testigos de un pozo y ana

404441

- 1 JUL 1972



lizar químicamente los testigos es de siete a diez veces el coste de un pozo de exploración o sondeo. Además, la tecnología usada actualmente malogra muchas masas de mineral, porque no todas las anomalías en los rayos gamma naturales, que pueden sugerir una mineralización del tipo de una mena pueden confirmarse, a causa de los costes prohibitivos de la extracción de testigos y de los ensayos químicos.

Según la presente invención, se proporciona un método, no caro, de ensayo in situ para medir cuantitativamente la riqueza de un mineral de uranio. En operaciones de ensayo por debajo de la superficie, un aparato que contiene una fuente de neutrones y un detector de neutrones se sitúan en un agujero de perforación al nivel de la formación de interés. La fuente se hace funcionar cíclicamente irradiando con neutrones una zona de dicha formación. Los neutrones resultantes de la irradiación de dicha zona en dicha formación son detectados y registrados para obtener un registro de neutrones retardados emitidos como resultado de la fisión neutrónica del uranio. El registro tiene lugar en cada ciclo que comienza en un período de tiempo, después que los neutrones de la fuente han sido eliminados por absorción en la formación.



Como en la presente invención se detectan los neutrones emitidos como resultado del proceso de fisión, puede obtenerse una medida del uranio que no es afectada por el desequilibrio. Aunque el torio puede emitir neutrones de fisión, su efecto es generalmente pequeño.

Cuando se emplea una fuente de neutrones de 14 Mev (mega-electrónvoltios), el oxígeno-17 de las formaciones será activado. En el proceso de la extinción de la actividad inducida se emiten neutrones retardados, lo que determina un efecto de fondo de neutrones retardados. Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona una técnica para reducir el efecto de estos neutrones en los registros obtenidos. La fuente y el detector son situados al nivel de la formación que no lleva uranio. La fuente se hace funcionar cíclicamente para irradiar la formación que no lleva uranio con descargas o ráfagas de neutrones rápidos en tiempos distanciados, y se detectan los neutrones resultantes de la irradiación de la formación. Se obtiene un registro de los neutrones emitidos por el oxígeno como resultado de la irradiación, para su comparación con el recuento de neutrones registrado en la formación de interés, para compensar el efecto de los neutrones

404441



retardados procedentes del oxígeno existente en la formación de interés.

La FIGURA 1 ilustra un aparato o útil de sondeo y un sistema de registro para poner en práctica la invención.

Haciendo referencia a la Figura 1, se describirá la presente invención y un sistema para obtener una medida cuantitativa de la riqueza de la mena de uranio en formaciones de interés atravesadas por un agujero de perforación, ilustrado en 10. La formación que ha de investigarse o analizarse se muestra en 11. Esta formación se ha encontrado inicialmente por la velocidad de recuento de impulsos relativamente elevada de una diagrafía de rayos gamma naturales obtenida previamente en el agujero de perforación. Para determinar si en realidad hay presente uranio y obtener una medida cuantitativa de la riqueza del mineral, se hace descender un aparato de sondeo en el agujero de perforación de esta formación. El aparato 12 contiene una fuente de neutrones 13 y un detector térmico de neutrones 14. En una realización, la fuente 13 es una fuente de tipo de acelerador, que produce neutrones de 14 Mev. El aparato 12 está colocado de modo que la fuente y el detector quedan situados al nivel de la

404441



formación 11, y la fuente se hace funcionar cíclicamente para producir descargas de neutrones rápidos, separados en el tiempo, para irradiar la formación. En la roca madre de la formación, muchos
5 de los neutrones rápidos de la fuente son moderados o frenados hasta energías térmicas. Tanto los neutrones térmicos como los rápidos reaccionan con el uranio, si se encuentra presente, produciendo neutrones de fisión retardados. Estos neutrones de fisión son frenados en la formación hasta energías
10 térmicas, y son detectados por el detector 14 de neutrones térmicos, que produce un impulso de salida por cada neutrón detectado. El impulso de salida del detector 14 es transmitido a la superficie de
15 un contador activado 15.

Se efectúa la activación cíclica, con lo que una zona o región de la formación 11 es irradiada cíclicamente, y el recuento de impulsos por el contador 15 es retardado después de cada período de irradiación, para obtener una medida predominantemente de los neutrones de fisión retardados
20 emitidos desde el uranio. El procedimiento es repetido y son acumulados los recuentos de impulsos en el contador 15.

25 En la tabla que sigue se describen seis

404441



grupos de neutrones de fisión retardados procedentes del uranio. Estos neutrones son emitidos en la fisión de uranio por neutrones térmicos o rápidos. Puede encontrarse una descripción detallada de este fenómeno en NUCLEAR PHYSICS, de Irving Kaplan, Addison-Wesley Publishing Company, Inc. Reading, Massachusetts, Palo Alto, Londres, 1955, 1963, Segunda edición, capítulo 19.

TABLA

10 GRUPOS REPRESENTATIVOS DE NEUTRONES DE FISION
RETARDADOS PROCEDENTES DEL URANIO.

<u>Grupo</u>	<u>Vida media del grupo (segundos)</u>	<u>Abundancia relativa del grupo</u>
1	55,72	0,033
15 2	22,72	0,219
3	6,22	0,196
4	2,30	0,395
5	0,61	0,115
6	0,23	0,042

20 Como puede deducirse de la tabla, los grupos de neutrones retardados más abundantes tienen vidas medias más cortas, teniendo el grupo más abundante una vida media de aproximadamente 2,3 segundos. En una realización, la fuente 13 y el contador de impulsos 15 se hacen funcionar para poner de

25

404441



manifiesto los grupos de fisión retardados de vida más corta. A este respecto, la fuente 13 puede hacerse funcionar para producir descargas de neutrones muy cortas a un ritmo de repetición en el

5 intervalo de uno a cinco descargas por segundo. En una realización, la fuente puede hacerse funcionar a dos descargas por segundo, teniendo cada descarga una duración de aproximadamente tres microsegundos. La irradiación cíclica puede efectuarse durante un período de aproximadamente cinco minutos. Durante este tiempo, el detector 14 puede hacerse funcionar continuamente para detectar los neutrones

10 térmicos. El contador de impulsos 15 se hace funcionar para que cuente sólo neutrones térmicos detectados entre las descargas de neutrones, y comenzando en un período de tiempo después de que los neutrones moderados de la fuente se hayan extinguido, es decir, hayan sido absorbidos por la formación.

15 La extinción completa de los neutrones de la fuente tiene lugar en la mayoría de las formaciones en un tiempo del orden de dos a tres milisegundos después de la terminación de cada descarga de neutrones. Para asegurarse de que no se cuenta ningún neutrón moderado de la fuente, el contador de impulsos 15 se

20 hace funcionar de modo que empiece a contar cinco

25

22.6.72

404441

21 JUL

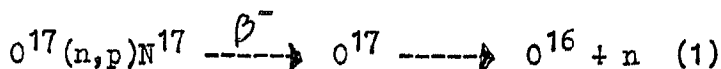


milisegundos después de cada descarga de neutrones,
y hace el recuento hasta el comienzo de la siguiente
descarga de neutrones. Entonces detiene el recuento,
pero empieza a contar de nuevo en el mismo período
5 de tiempo correspondiente durante el ciclo siguien-
te. El recuento de impulsos por el contador de im-
pulsos 15 se efectúa durante aproximadamente un pe-
ríodo de cinco minutos.

La producción numérica del contador de im-
10 pulsos es función del número de átomos de uranio por
unidad de volumen de la formación, que son directa-
mente relacionables con la riqueza del mineral de
uranio. Como se ha dicho anteriormente, aunque otros
elementos tales como el torio pueden producir neu-
15 trones de fisión, la sección eficaz de estos elemen-
tos para el procedimiento de fisión es muy pequeña.
Por lo tanto, el efecto del torio es insignifican-
te, salvo a concentraciones muy elevadas.

Cuando se usa una fuente de 14 Mev, el oxí-
20 geno existente en la formación 11, producirá, no obs-
tante, un nivel de efecto de fondo de neutrones, que
contribuye a los neutrones detectados y contados
por el contador de impulsos 15. Cuando se irradia
oxígeno 17 con neutrones de energía mayor de 7,93
25 Mev., tiene lugar la reacción siguiente:

404441



Los neutrones resultantes producidos tienen una energía máxima de aproximadamente 2,2 Mev. Como la vida media de la desintegración beta es del orden de 4,14 segundos, estos neutrones son producidos en el mismo período de tiempo que los grupos de fisión de vida más corta del uranio. Así, contribuyen al recuento obtenido por el contador de impulsos 15. En casos de riquezas bajas del mineral de uranio, ha de hacerse una corrección para compensar el efecto de fondo del oxígeno. La contribución del oxígeno se corrige contando el efecto de fondo del oxígeno en una formación que no lleva mineral, y comparando este recuento con el recuento total obtenido en la formación de interés que lleva mineral. Se ha comprobado que de este modo pueden obtenerse correcciones, ya que hay poca variación en el cambio del contenido de oxígeno de una formación a otra, dentro de una región dada. A este respecto, se ha encontrado que la mayoría de las rocas madres de formaciones contienen aproximadamente cincuenta por ciento de oxígeno, siendo el cambio en el contenido de oxígeno de unas formaciones a otras de aproximadamente siete a ocho por ciento. Para obtener la mejor estimación del efecto de fondo del oxígeno en

404441



-1- 20.6.72

la zona de mineral, se escoge una zona limpia que no contiene minerales productores de fisión por neutrones, y preferiblemente cercana a la zona de mineral, para obtener las medidas del efecto de fondo del oxígeno. Una de estas zonas puede ser la formación ilustrada en 16. Para obtener las medidas del efecto de fondo, el aparato 12 se eleva para situar la fuente 13 y el detector 14 al nivel de la formación 16. La fuente 13 y el contador de impulsos 15 se hacen funcionar entonces de la misma manera que la descrita con relación a la investigación de la formación 11. Después se observan los recuentos obtenidos por el contador 15, y se restan de los obtenidos en la investigación de la formación 11. Ha de entenderse que las medidas del efecto de fondo pueden obtenerse antes o después de ser investigada la formación de interés.

El recuento resultante obtenido después de la corrección del efecto de fondo del oxígeno es una medida cuantitativa de la concentración de uranio. Un recuento muy bajo indica poco o nada de uranio, mientras que los recuentos progresivamente más altos indican concentraciones más altas de uranio. La relación exacta entre los recuentos resultantes producidos y la concentración de uranio se

404441



obtiene por medidas de calibración efectuadas haciendo funcionar el aparato 12 en una pluralidad de tipos de mineral de uranio de diferentes concentraciones de uranio.

5 Ahora se describirán más detalles del sistema de agujero de perforación y la parte superior del agujero. El aparato de diagrafía 12 comprende un alojamiento de acero que está soportado por un cable 20. Este cable se enrolla y desenrolla desde un carrete o tambor 21 movido por un motor 22 y la conexión 23, con el fin de bajar y subir el aparato 12 en el agujero de perforación. Se emplean anillos colectores y escobillas, ilustrados en 24 y 25, respectivamente, para conectar los conductores del cable 20 a los diversos equipos de la parte superior del agujero para la transmisión de señales y voltajes. Se transmite energía desde una fuente de energía eléctrica 26, situada en la parte superior del agujero, hacia el interior del agujero de perforación, a un alimentador de energía eléctrica 27 situado en el interior del agujero, por medio de los conductores ilustrados en 28, los anillos colectores y las escobillas 24 y 25, y los conductores de cable mostrados en 29. Por simplicidad no se muestra la conexión entre la fuente de energía

404441



27 del interior del agujero de perforación y los
contadores y otros aparatos electrónicos.

En una realización, la fuente de neutro-
nes que funciona a impulsos 13, comprende un tubo
5 generador de neutrones 34, que contiene un anticáto
do y una fuente de iones (que no se muestran). La
pulsación se efectúa aplicando un impulso de alto
voltaje (5 kilovoltios en una realización) a la fuen-
te de iones, y simultáneamente un impulso de senti-
10 do negativo (125 kilovoltios en una realización)
al anticátodo. Una fuente de este tipo es fabrica-
da por Kaman Nuclear, de Colorado Sprins, Colora-
do. Los impulsos de la fuente de iones son genera-
dos por la unidad de control 35, y aplicados a la
15 fuente de iones por medio del conductor 36. Además,
la unidad de control 35 genera un impulso negativo
que es transformado en -125 kilovoltios por el trans-
formador 37 y aplicado al anticátodo. Periódicamen-
te se aplica un impulso activador generado desde
20 la parte superior del agujero de perforación, para
hacer funcionar la unidad de control 35 para la pro-
ducción de alto voltaje e impulsos de la fuente -
de iones, para hacer funcionar a impulsos el tubo
generador de neutrones 34. A este respecto, un gene-
25 rador de base de tiempos 40, situado en la parte su

404441



5 perior del agujero, genera periódicamente un impulso activador a la velocidad de impulsos deseada, por ejemplo dos impulsos por segundo. Esta pulsación se aplica al interior del agujero a la unidad de control 35, por medio de conductores 41, 28, 29 y 42.

10 El detector de neutrones térmicos 14, es preferiblemente un detector de helio-3. Puede ser de forma cilíndrica y del tipo descrito en la Patente de los Estados Unidos Nº 3.359.443. Alternativamente, pueden emplearse uno o una pluralidad de detectores de helio-3 del tipo mostrado en la Patente de los Estados Unidos Nº 3.102.198. Los impulsos de salida del detector 14 son previamente amplificados en 44, amplificados por medio del amplificador 45, y transmitidos a la superficie por medio del conductor 46. En la superficie, los impulsos procedentes del conductor 46 son aplicados al conductor 47, amplificados en 48, y aplicados a un discriminador o selector de la altura de impulsos 49, que polariza el nivel del efecto de fondo y aplica los impulsos representativos de los neutrones térmicos detectados al contador de impulsos 15. En la superficie, se aplican impulsos activadores del generador de base de tiempos 40, por medio del conductor 50,

15

20

25

404441



a un generador de retardo y de paso discriminado 51. Este generador produce un impulso selector o de paso discriminado que comienza aproximadamente a los cinco milisegundos después de la terminación de una
5 descarga de neutrones, y dura hasta el impulso activador siguiente. Este impulso selector es aplicado al contador de impulsos 15 para permitir que el contador de impulsos cuente la duración del impulso selector.

10 Dentro del detector 14 y adyacente a la fuente de neutrones 13, está situado un detector o controlador 60 para obtener una medida de la producción de impulsos de la fuente de neutrones 13 accionada por impulsos. La corriente de salida de una
15 fuente de neutrones de tipo acelerador puede variar durante su funcionamiento. Por tanto, es deseable controlar la corriente de salida para saber que se produce una corriente de salida constante durante cada período de análisis, o para correguir o compensar las variaciones en la producción de neutrones.
20 El tiempo de respuesta de un detector convencional de neutrones rápidos no es, sin embargo, lo bastante rápido para detectar y medir directamente con exactitud el número de neutrones producidos por la
25 fuente cuando se está haciendo funcionar para produ-

404441



cir neutrones durante un tiempo de descarga muy corto, del orden por ejemplo de tres microsegundos.

5 En una realización, el controlador 60 para obtener una medida indirecta de la corriente de salida de la fuente de neutrones puede comprender un escintilador de plástico 63 de baja Z acoplado a un tubo fotomultiplicador 64.

10 La corriente de salida del tubo fotomultiplicador 64 es amplificada por los amplificadores 66 y 67, y transmitida por el conductor 68 a la superficie del conductor 69. Esta corriente de salida comprende impulsos eléctricos que tienen alturas proporcionales a la energía electrónica de la interacción de Compton por los rayos gamma. En la superficie, los impulsos de salida son amplificados por
15 el amplificador 70 y aplicados al selector o discriminador de alturas de impulso 71. Este discriminador se ajusta para dejar pasar solamente los impulsos representativos de la radiación gamma detectada
20 y que tienen energía superior a 3 Mev o ligeramente más alta. Esto se hace para polarizar el efecto de fondo de energía más baja. La corriente de salida del discriminador o selector de la altura de impulsos 71, se aplica al contador activado 72, que produce un recuento proporcional al número de neutro-

404441



nes producidos por la fuente 13. El contador 72 se
deja actuar entre descargas de neutrones comprendi
das en el mismo período en que se deja libre al con
tador de impulsos 15 para que efectúe el recuento
5 de impulsos. El generador de retardo y paso discrimi
nado 73 se hace actuar periódicamente por medio
de los impulsos activadores producidos desde el ge
nerador de base de tiempos 40 para producir periódica
mente una señal selectora, que permite al conta
10 dor 72 contar durante este período de tiempo. Des
pués de que el contador 72 registra un recuento pre
viamente determinado, se aplica una señal de control,
por medio del conductor 74, que desconecta el gene
rador de base de tiempos 40. Esto hace que se termi
15 nen las operaciones de emisión de impulsos de neu
trones hacia el interior del agujero de perforación,
así como la operación de recuento de los contadores
15 y 72. En una realización, los contadores de impul
sos pueden ser del tipo fabricado por Canberra In
20 dustries, Modelo N° 1471, o por Systems Development
Incorporated, Modelo N° 5210, que es un contador de
frecuencia.

Durante las operaciones de análisis, el
tubo fotomultiplicador 64 puede ser desactivado du
25 rante cada período en que la fuente 13 está produ

404441



ciendo neutrones. Esto evita el desplazamiento de ganancia debido a la elevada intensidad de los neutrones y los rayos gamma producidos durante el tiempo de la descarga de neutrones. Un impulso selector
5 puede provenir del impulso activador del conductor 42. El tubo fotomultiplicador 64 se conecta entre las descargas de neutrones, para permitir la detección y medida de los rayos gamma retardados del oxígeno.

10 El escintilador 63 y el tubo fotomultiplicador 64 realizan una función adicional de situar la formación 11 para efectuar las operaciones de análisis. Por ejemplo, la formación 11 es seleccionada para análisis por la alta velocidad de impulsos mostrada en una diagráfia de rayos gamma naturales obtenida previamente. El aparato 12 se hace descender por el agujero de perforación 10, con el tubo fotomultiplicador 64 en funcionamiento. En la
15 superficie, la corriente de salida de impulsos del escintilador 63 y el tubo fotomultiplicador 64 se aplica a un registrador de registro de trazo continuo 80 por medio del discriminador o selector de la altura de impulsos 81 y el medidor de la velocidad de recuento de impulsos 82. El registro gráfico del
20 registrador 80 se mueve sobre el papel en correla-
25

404441



ción con la profundidad del aparato 12 en el agujero de perforación. Esto se hace por medio del carrete 83 y la conexión 84. Así pues, a medida que se hace descender el aparato 12, el escintilador detecta la radiación gamma natural que es registrada por el registrador 80 en forma de un registro de trazo continuo 85. El operario observa el registro de trazo continuo 85, y cuando se registra una elevada velocidad de recuento de impulsos correspondiente a la registrada por la diagráfia de rayos gamma naturales obtenida anteriormente, el operario sabe que la fuerza de neutrones y el detector de neutrones térmicos están al nivel de la formación de interés. El descenso del aparato 12 finalizará y comienzan las operaciones de análisis. El objeto del selector o discriminador de la altura de impulsos 81 es polarizar el nivel del efecto de fondo. A este respecto, el selector o discriminador puede ajustarse para que deje pasar impulsos representativos de la radiación gamma que tienen energías superior a 0,1 Mev.

Como alternativa del contador de centelleo 60, puede usarse un segundo detector para controlar la corriente de salida de la fuente de neutrones, basándose este detector en la emisión de

404441

31 JUL 1972



una radiación retardada de un elemento conocido cuando es irradiado con neutrones de la fuente. Una realización de este detector emplea un anticátodo situado cerca de la fuente, juntamente con un segundo detector que detecta la radiación retardada procedente del anticátodo. Puede usarse, por ejemplo, un anticátodo tal como boro-11, carbono-12 o berilio-9 para control, que producirá rayos beta retardados por irradiación con neutrones de la fuente. El detector puede comprender, adecuadamente, un escintilador acoplado a un tubo fotomultiplicador. Puede usarse una discriminación o selección adecuada de la altura de impulsos para seleccionar entre los rayos beta y los rayos gamma retardados que son emitidos por la roca madre de la formación cuando es irradiada con los neutrones. Por lo tanto, la corriente de salida del fotomultiplicador puede pasar a través del mismo circuito asociado, que incluye el discriminador de la altura de impulsos 71, que se ha descrito anteriormente.

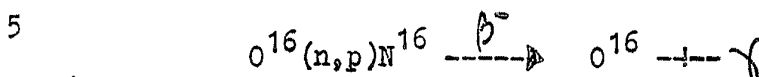
Un método preferido de controlar la fuente usando la radiación retardada procedente de un elemento conocido, emplea el oxígeno de la formación para producir rayos gamma retardados. En este caso, el controlador 60 es un detector de rayos

404441



gamma.

Cuando se irradia oxígeno con neutrones rápidos procedentes de una fuente de 14 Mev, la reacción es



El nitrógeno-16 se desintegra por emisión beta con una vida media de 7,14 segundos. Los rayos gamma emitidos después de la desintegración beta son predominantemente rayos gamma de 6,14 Mev, y algunos son rayos gamma de 7,12 Mev. El número de estos rayos gamma emitidos es proporcional al número de neutrones rápidos producidos por la fuente. Además, son emitidos durante un período de tiempo suficiente para permitir un recuento representativo por medio de un detector convencional de rayos gamma. Así, como el oxígeno de la formación es relativamente constante, se pueden detectar los rayos gamma retardados procedente del oxígeno, para obtener una medida de la producción de neutrones producida por la fuente.

10

15

20

En este caso, también el controlador 60 puede comprender un escintilador de plástico de baja Z acoplado a un fotomultiplicador. La corriente de salida del fotomultiplicador, que comprende im-

25



pulsos eléctricos que tienen alturas proporcionales a la energía electrónica de la interacción de Compton por los rayos gamma, es transmitida entonces a la superficie del discriminador de la altura de impulsos 71, y al circuito asociado que se ha descrito anteriormente. En este caso, el contador 72 hace el recuento durante un período de aproximadamente cinco minutos. También en este caso, el escintilador y el fotomultiplicador realizan la función adicional de localizar la formación deseada.

Aunque se ha descrito una fuente de neutrones de tipo acelerador para efectuar la activación cíclica para detectar o analizar el uranio, ha de entenderse que pueden usarse otros tipos de fuentes. Puede emplearse, por ejemplo, una fuente controlada mecánicamente para irradiar cíclicamente una zona en las formaciones adyacentes al detector de neutrones térmicos, para efectuar las operaciones de análisis o determinación. Las fuentes controladas mecánicamente para efectuar la activación cíclica - tienen una producción que es más constante que la de una fuente de tipo acelerador, lo que elimina la necesidad de un controlador de la producción de neutrones. Si la energía de los neutrones producidos por la fuente empleada es menor de 7,93 Mev;

404441



no se producen neutrones retardados procedentes del oxígeno, lo que elimina la necesidad de hacer la corrección por los neutrones retardados del oxígeno.

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 siguientes:

15

1.- Un método para la determinación de la existencia de uranio en las formaciones atravesadas por un agujero de perforación, que comprende: situar una fuente de neutrones activados por impulsos y un detector de neutrones en un agujero de perforación, al nivel de una formación de interés que sospeche que contiene uranio, hacer funcionar cíclicamente la fuente de neutrones, siendo el tiempo entre cada descarga de neutrones suficiente para permitir que los neutrones procedentes de la fuente desaparezcan, pero lo bastante largo para permitir que los neutrones retardados resultantes

20

25

30.6.72
MCM





de la fusión del uranio por los neutrones aparezcan en el detector, detectar con el detector los neutrones que resultan de la irradiación de las formaciones con los neutrones procedentes de la fuente, y obtener medidas de la cantidad
5 de neutrones detectados entre las descargas de neutrones, solamente en un periodo de tiempo, en el que los neutrones procedentes de la fuente hayan desaparecido pero mientras puedan emitirse neutrones de fisión retardados procedentes del uranio.

10 2.- Un método según la reivindicación 1, en el que la fuente de neutrones comprende una fuente productora de neutrones rápidos que tienen energías mayores de 7,93 Mev.

15 3.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que el detector de neutrones es un detector de neutrones térmicos.

20 4.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la fuente de neutrones comprende una fuente productora de neutrones que tienen energías de aproximadamente 14 Mev.

25 5.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la fuente de neutrones y el detector de neutrones están situados también en posición adyacente a una formación que no lleva uranio, y se hacen funcionar para detectar neutrones resultantes de la irradiación.

404441



ción de la formación que no lleva uranio y que son indicadores de los neutrones retardados emitidos por el oxígeno como consecuencia de la irradiación con neutrones.

5 6.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la radiación retardada emitida por un elemento conocido cuando se irradia con neutrones de la fuente es detectada con un segundo detector, y registrada para obtener una representación de la cantidad de neutrones producidos por la fuente.

10 7.- Un método según la reivindicación 6, en el que la radiación retardada detectada por el segundo detector es una radiación gamma retardada emitida desde el oxígeno que hay en la formación cuando es irradiado con los neutrones.

15 8.- Un método según la reivindicación 7, en el que el período de tiempo durante el que se hace funcionar la fuente para producir neutrones está determinado por la detección de un número previamente determinado de rayos gamma retardados.

20 9.- Un método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, que incluye la operación de obtener una diagrafía de rayos gamma naturales de las formaciones atravesadas por el taladro de sondeo, para identificar las formaciones de interés que se sospecha que contienen
25 uranio.

30.6.72
MCM

- 26 -



404441

-1 JUL



10.- Un método para la determinación de la existencia de uranio en la formaciones atravesadas por un agujero de perforación.

5 Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

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

Madrid,

1 JUL. 1972

P.A.

Alberca de Eizoburu
Per Foros

30.6.72
MCM

- 27 -



