



402695

nº 402.695

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

por VEINTE años

cuyo privilegio se solicita para España,
sus territorios y plazas de soberanía, a
favor de:

TROXLER ELECTRONIC LABORATORIES, INC.

entidad norteamericana, domiciliada en
Raleigh, North Carolina, U.S.A., relati-
va a:

"PERFECCIONAMIENTOS EN LOS INSTRUMENTOS
PARA EL ENSAYO DE MATERIALES"

=====

Inventor: Richard Lovell Berry

Prioridad: Solicitud de patente en U.S.A. nº
785.092 de fecha 19 diciembre 1968.

Nota: Solicitada como división de la soli-
citud de patente 371.823.

402695

- 2 -

14



Int. C. 601N

MEMORIA DESCRIPTIVA

- La radiación por ionización ha venido siendo empleada durante largo tiempo para el ensayo de materiales y particularmente para determinar una característica física de un material sometido a ensayo, tal como la densidad o la composición relativa, que es capaz de modificar de forma detectable un determinado tipo de dicha radiación. A título de ejemplo sólo, y no como limitación, los instrumentos medidores de radiación se usan actualmente para determinar la concentración de sustancia hidrogenada, como por ejemplo agua, en un material sometido a ensayo, tal como un suelo. En dicha determinación y medida de propiedades y características, la base se establece sobre fenómenos denominados colectivamente aquí como modificación de radiación de ionización. Se sabe hace tiempo que la radiación de ionización, tal como la radiación de neutrones, la radiación gamma y la radiación de rayos X, es modificada de maneras variables por diferentes propiedades y características de los materiales, y el uso de instrumentos de medición de radiación es una aplicación práctica de este fenómeno. En el caso específico a que aquí se hace referencia, se usa la moderación de neutrones rápidos por sustancias hidrogenadas para permitir determinar la presencia y magnitud del contenido de humedad del suelo. Las personas expertas en esta técnica pueden imaginar fácilmente
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

402695



otros ejemplos de propiedades físicas que se examinan mediante el uso de la tecnología de radiación de ionización. -

- Con los adelantos de la tecnología electrónica, se han abierto dos áreas importantes de perfeccionamientos para los usuarios de instrumentos de medición de radiaciones, y han sido proseguidas por los fabricantes de dichos instrumentos. En primer lugar, el disponer de componentes de circuito que requieran suministros de corriente relativamente simples, ha favorecido el desarrollo de instrumentos de campo, que permiten el empleo de instrumentos medidores de radiación fuera del laboratorio. En segundo lugar, al ampliarse el uso de dichos instrumentos, se ha exigido mayor precisión por parte de aquellos a quienes se suministran los instrumentos, y ha sido conseguida con el diseño cada vez más complejo del circuito electrónico usado. - - - - -
- 5.
 - 10.
 - 15.

- Si bien dichos adelantos han ampliado así, de modo muy substancial, tanto la utilidad como la utilización de los instrumentos medidores de radiación, se han hecho patentes ciertas dificultades. De modo más específico, es práctica común compensar ciertas limitaciones estadísticas de la medición nuclear y ciertas características de derivación de tiempo-temperatura del circuito electrónico de dichos instrumentos, siguiendo un procedimiento de ensayo por relación. Hasta ahora, en dichos procedimientos de ensayo, la determinación de la característica sometida a ensayo se basa en el relacionar una medición de ensayo de la modificación de radiación de ionización dada por el material que se ensaya,
- 20.
 - 25.



402695

- con una medición normalizada, tomada con anterioridad o posterioridad, de la modificación de dicha radiación de ionización por una referencia normalizada, típicamente una muestra de un material con una característica estable. Al ser tomadas las mediciones de ensayo y normalizada durante intervalos de tiempo distintos, frecuentemente es difícil asegurarse de que las mediciones reflejan de modo adecuado la modificación de la radiación de ionización por las respectivas muestras de ensayo y normalizada, y no introducir imprecisiones en la relación que debe determinarse mediante las mediciones, debidas al período de tiempo relativamente largo requerido para lograr la estabilidad del circuito electrónico usado en el instrumento medidor. - - - - -
- 5.
- 10.

- Teniendo presente cuanto se acaba de exponer, es un objetivo de la presente invención proporcionar un instrumento medidor de radiaciones para la determinación no destructiva de una propiedad física o característica de un material sometido a ensayo, el cual instrumento autocompensa factores que hasta el momento habían impuesto limitaciones al uso de dichos instrumentos. En la realización de este objetivo de la presente invención se disponen medios de detección de radiación y circuitos electrónicos asociados para recibir la radiación de ionización según es modificada por las muestras de ensayo y normalizada, y para relacionar la respuesta de un primer detector con la respuesta de un segundo detector, a fin de indicar así la característica antes desconocida del material de muestra que se ensaya. El circuito electrónico está dispuesto de modo tal que las res
- 15.
- 20.
- 25.

402695



puestas de los dos detectores se determinan dentro de un ámbito de tiempo común, tal como mediante el empleo de la respuesta de un detector para regular el paso de la respuesta del otro detector, por desconexión cíclica. - - - - -

5. Aún otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de determinar una característica física de un material sometido a ensayo mediante la exposición del material a una radiación de ionización, en el que una muestra del canal de ensayo y una muestra del canal normalizado
10. se expongan de modo simultáneo a la radiación de ionización de un tipo determinado procedente de una fuente común, y los respectivos detectores de ensayo y normalizado reciban simultáneamente la radiación emitida por la fuente, según viene modificada por las muestras del canal de ensayo y del
15. canal normalizado. La relación de las respuestas simultáneas de los detectores se mide luego como indicadora de la característica física que ha de determinarse. Al realizar este objetivo de la presente invención, se prefiere emplear detectores que emitan trenes de impulsos, y medir la rela-
20. ción de las respuestas simultáneas haciendo pasar los impulsos emitidos por el detector del canal normalizado a un divisor preajustado para aceptar un número predeterminado de impulsos y regular por desconexión cíclica el paso de impulsos emitidos desde el detector del canal de ensayo durante
25. el período de tiempo requerido para acumular en el divisor aquel predeterminado número de impulsos. - - - - -

Algunos de los objetivos y ventajas de la inven-

402099

14



ción han sido ya expuestos, y otros aparecerán a medida que avance la descripción si se toma en conexión con los planos anexos, en los cuales: - - - - -

5. La figura 1 es una ilustración esquemática de los elementos de un instrumento construído, y que funciona según la presente invención; - - - - -

La figura 2 es una vista en perspectiva de una estructura de armario que encierra la fuente de radiación muestras y detectores del aparato indicado en la figura 1;

10. La figura 3 es una vista en perspectiva de una caja de instrumento adaptada para mediciones de características superficiales; - - - - -

15. La figura 4 es una sección esquemática, en alzado, de la caja de instrumento de la figura 3, que ilustra una disposición geométrica de una fuente de radiaciones, muestras y detectores según la presente invención; - - - - -

20. Las figuras 5, 6 y 7 son vistas generalmente similares a la figura 4, que ilustran otras disposiciones geométricas contempladas para instrumentos según la presente invención; - - - - -

La figura 8 es una vista similar a la figura 3, de un instrumento que incluye un cabezal explorador de penetración; - - - - -

402695



La figura 9 es una vista del instrumento de la figura 8, similar a la figura 4, que ilustra una disposición geométrica en la cual un detector va montado en un cabezal explorador para penetrar en un material que se ensaya; y --

5. La figura 10 es una ilustración esquemática de unos medios indicadores que pueden entrar como substituyentes en el aparato de la figura 1. - - - - -

- Antes de avanzar en la exposición de la presente invención con referencia a los planos, se estima apropiado en este momento poner más de relieve ciertos factores referentes a la estadística de funcionamiento del instrumento medidor de radiaciones y a las características del circuito electrónico involucrado en dichos instrumentos. Estos campos de interés se han expuesto brevemente antes, indicando que contribuyen a ciertas dificultades que ahora se aprecian en la aplicación de dichos instrumentos. - - - - -
- 10.
- 15.

Consideraciones estadísticas

- La precisión final o máxima que puede obtenerse por cualquier sistema de medición que implique la detección y/o modificación de radiaciones de ionización, y particularmente aquellos sistemas en que la fuente de radiaciones de ionización es un radioisótopo, está limitada por la estadística de emisión de energía. La probabilidad de emisión de energía de radiación en cualquier instante dado viene gobernada por las leyes de distribución binómica fundamentales que afectan a los sucesos aleatorios y, con ciertas restric
- 20.
- 25.



- ciones, viene representada por la distribución Poisson. Dado que se dispone de textos como "Radioisotope Measurement Applications in Engineering" (Aplicaciones de medidas de radioisotopos en ingeniería) de R.P. Garder y R.L. Elly, Jr., publicado por Reinhold Publishing Company, que proporcionan estudios detallados de la estadística y análisis estadísticos implicados, no es necesario dar aquí un estudio amplio. No obstante hay que señalar brevemente que dicho análisis, en casos en que las mediciones se derivan de trenes de impulsos que se originan con detectores de radiación, es aplicable en sistemas en que se mide una característica física de un material sometido a ensayo, por medio de relaciones entre regímenes de contaje y la propiedad que debe determinarse. Si los regímenes de contaje son conocidos para dos valores diferentes de la característica sometida a ensayo, en dicho caso la diferencia en el regimen de contaje dividida por la diferencia en la propiedad que se ensaya indica la pendiente de una curva de calibrado del instrumento. Con aplicación del análisis estadístico, la desviación típica (o sigma) de un determinado sistema medidor en cuanto a las mediciones, que define la mejor precisión del sistema, resulta igual a la raíz cuadrada del regimen de contaje dividida por la pendiente de la curva de calibración. Suponiendo que un regimen de contaje individual es el regimen real medio para el sistema, entonces el error de porcentaje de un error de desviación típico (expresado también como error de un sigma) puede expresarse como la raíz cuadrada de aquél contaje total dividido por el contaje total y multiplicado por 100. Así, con un contaje de medición de 10.000 el error de porcentaje para una desvia
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.

402695



ción típica de uno, es igual a uno por ciento. En un conta-
je de medida de 100.000, el error de porcentaje para desvia-
ción típica de uno es igual a 0,316%. - - - - -

- La importancia de este estudio de la estadística
5. de instrumentos medidores de radiaciones se hace más paten-
te cuando la interacción de este factor con otros factores
de diseño del instrumento se pone más de relieve. Al buscar
una mayor precisión para dichos instrumentos, una de las so-
luciones de que ha dispuesto el diseñador de instrumentos
 10. es la variación de la geometría mecánica del instrumento a
fin de permitir la variación de la pendiente de una línea
de calibrado. No obstante, cuando se ha alcanzado los lími-
tes prácticos de la pendiente de la línea de calibrado, un
procedimiento en alternativa para perfeccionar la precisión
 15. ha sido un aumento del contaje de medición acumulado. En al-
gún valor límite del error de porcentaje para desviación tí-
pica uno, los límites prácticos de la estabilidad electróni-
ca y mecánica del sistema sobrepasan la estadística de los
sistemas nucleares, y no puede obtenerse más perfecciona-
 20. miento en la precisión del sistema aumentando el contaje de
medición. Si bien el límite superior para alcanzar el per-
feccionamiento mediante el aumento del contaje de medición
acumulado no ha sido todavía un factor importante en la ma-
yor parte de aplicaciones de instrumentos medidores de ra-
 25. diaciones, se ha anticipado de modo general para dichas
aplicaciones, y en realidad se ha hallado en determinadas
zonas específicas. - - - - -

402695

14



Consideraciones sobre las derivaciones del circuito

Pasando ahora a la segunda de las zonas de problemas que se han expuesto antes brevemente, los elementos del circuito electrónico que se requieren a fin de permitir la

5. medición de los trenes de impulsos originados por los detectores en respuesta a la radiación de ionización, están expuestos a derivaciones, que pueden ser de largo plazo o de corto plazo. Una división aceptable es incluir como desviaciones de largo plazo aquellos cambios que se presentarán
10. en un sistema a intervalos superiores a una jornada de trabajo. Para la mayoría de objetivos, puede presumirse que el regimen de emisión de radiación de ionización es esencialmente constante y que no afecta la derivación a largo plazo, y que dicha derivación suele ser debida en general a
15. cambios por envejecimiento del circuito electrónico y de la eficiencia de detección. La derivación a corto plazo se cree que se debe en primer lugar al aumento de temperatura en los componentes electrónicos individuales, originada por la disipación de energía dentro de un componente que se requiere que haga la función de componente. En segundo término, la derivación a corto plazo depende de los cambios de la temperatura ambiente. Dicha derivación por tiempo-temperatura no es una función lineal, y normalmente contiene un cambio rápido y grande que ocurre en las dos primeras horas
20. de funcionamiento, y un cambio pequeño a largo plazo que
25. continua por más de una jornada de trabajo y que por tanto resulta una derivación a largo plazo. Se ha encontrado que los instrumentos típicos tienen una derivación dentro de ga

402695



mas de aproximadamente 0,5% a 1% durante las dos primeras horas de funcionamiento, y de aproximadamente 0,01% a 0,05% por hora posteriormente, expresada como cambios en los regímenes de contaje. Dicha variación de porcentaje en los regímenes de contaje puede representar cambios muy importantes en las características del material que se ensaya, cuando se comparan con el error estadístico. - - - - -

Soluciones anteriores

Los dos problemas anteriormente expuestos se han solucionado hasta ahora mediante el uso de una relación de contaje de referencia. Aún antes de que los instrumentos medidores de radiaciones vinieran a ser usados tan ampliamente, se supo que se requería un frecuente calibrado si el sistema había de lograr cierto grado de precisión. La relación de contaje de referencia se estimó como medio de ampliar el intervalo entre calibraciones, y consiste en un proceso en el que se toma una medida de regimen de contaje de la característica que debe determinarse en una muestra de material estable de propiedades conocidas, se calibra el sistema en una relación del regimen de contaje de ensayo respecto a este regimen de contaje de referencia, y la muestra normalizada queda a disposición para ser empleada de modo continuo en el campo con el instrumento. - - - - -

Por más que esta técnica de relación es muy útil para eliminar la mayoría de los problemas originados por la derivación a largo plazo y los cambios mecánicos en la geo-

402695



- metría de un instrumento, en cuanto afectan tanto a los totales de contaje de referencia como a los de medición, existen serias limitaciones en la técnica de relación tal como se usa en la actualidad. De modo más particular, tanto los
5. totales de contaje de referencia como los de medición contienen variaciones estadísticas como se ha expuesto antes, y cuando se dividen los dos números para obtener la relación, el número resultante contiene una variación estadística que siempre es mayor que la de cada contaje por separado.
10. El grado resultante de aleatoriedad resulta el valor medio cuadrático de los números originales, ponderado por la magnitud respectiva de los números. Como práctica aceptable ha existido el requisito de que una desviación de tres sigma del total de contaje de referencia sea inferior a la desviación de una sigma del total de contaje de medición, a
15. fin de evitar una degradación significativa de la relación resultante. Este requisito se ha usado tanto durante la calibración inicial de un instrumento medidor de radiaciones como durante el empleo del instrumento. - - - - -
20. Al seguir esta práctica se han elegido la mayoría de regímenes de contaje de referencia de modo que caigan dentro de los límites de los regímenes de contaje de medición del material sometido a ensayo. Como una desviación típica varía según la raíz cuadrada del total de contaje, resulta estadísticamente preferible acumular nueve veces el
25. total de contaje de medición para determinar el total del contaje de referencia. Por lo tanto, el contaje de referencia requiere nueve veces la longitud de tiempo requerida

402695



5. para el contaje de medición. En lo que se refiere a tiempo de funcionamiento disponible, esta situación rápidamente se hace imposible, y ahora se acepta en general que, excepto en situaciones extremas, se use un requisito de desviación de dos sigma y el período de contaje de referencia precisa sólo ampliarse en cuatro veces el período de contaje de medición. - - - - -

10. Si bien es indeseable este desperdicio evidente de tiempo de funcionamiento, puede tolerarse siempre que la toma de un total de contaje de referencia no requiera ser repetida con demasiada frecuencia durante cualquier periodo de funcionamiento dado. Los instrumentos en que la desviación típica es grande con respecto a la derivación a corto plazo, requieren que se haga un contaje de referencia sólo una vez

15. durante la jornada de funcionamiento. Los sistemas con una derivación de corto plazo más elevada pueden precisar que se haga un contaje de referencia dos veces al día o más frecuentemente. - - - - -

20. Cuando aumenta la precisión que se requiere en el instrumento, se hace imposible obtener un contaje de referencia hasta dos horas después de haber puesto en funcionamiento el equipo, dado que el regimen de derivación inicial puede causar previsiblemente un cambio durante el tiempo que se precisa para hacer los dos contajes, de referencia y de medición,

25. que es mayor que la variación estadística durante el período de contaje. En este momento, el usuario se enfrenta con tener que esperar hasta que el regimen de derivación se



402695

haya estabilizado a un valor útil por debajo de las limitaciones estadísticas del instrumento. - - - - -

- Las limitaciones máximas se considera que son, pues, obvias. Se logra un punto en el diseño del instrumento
5. en que la precisión requerida exige un conteaje de referencia entre cada conteaje de medición aún después de que haya transcurrido el período inicial de derivación al poner en marcha, y se pierden cuatro quintas partes del tiempo de funcionamiento disponible. El uso de dicho instrumento de medición
10. de radiaciones se hace imposible para mediciones desde el punto de vista práctico dado que la derivación es mayor que el error estadístico. - - - - -

La presente invención

- Con referencia, ahora, más particularmente a los
15. planos, se ha descubierto que las dificultades introducidas por la derivación pueden evitarse mediante un ataque por dos lados, según el cual se busca la mayor comunidad posible para el circuito electrónico empleado en un instrumento medidor de radiaciones, a fin de mantener una derivación uniforme en todo el instrumento, y se toman el conteaje de referencia y el conteaje de medición dentro de un ámbito de tiempo común. Así, según esta invención, un único periodo de tiempo de trabajo abarca los dos conteajes, el de referencia y el de medición, a la vez. Ello se logra empleando, en combinación
20. con una adecuada fuente o fuentes de radiación de ionización y detectores apropiados, unos medios de indicación que son
- 25.

402695



capaces de medir directamente la relación entre los conta-
jes de referencia y de medición. - - - - -

5. Si bien hay que entender, en el principio de esta
discusión, que la presente invención puede basarse, en su
funcionamiento, en cualquiera de las distintas modificacio-
nes (incluidos tipo, energía, intensidad o cantidad) de la
radiación de ionización que son características de los proce-
sos que implican dicha radiación, la presente discusión ven-
drá expuesta primeramente con referencia a una configuración
10. de aparato en la que el mecanismo de modificación es la mode-
ración de neutrones. Partiendo de dicha base, se hacen pasar
neutrones rápidos hacia muestras del material, y son modera-
dos por una característica física del material, típicamente
un componente hidrogenado que entra en la composición del ma-
15. terial, para que se conviertan en neutrones lentos o térmi-
cos que son detectados por medios detectores adecuadamente
elegidos. - - - - -

20. A fin de cerciorarse de que la irradiación de las
muestras de material es substancialmente idéntica, por razo-
nes que resultarán más claramente patentes en la discusión
que sigue, es preferible que un aparato según la presente in-
vención (figuras 1 y 2) incorpore una fuente 10 de neutrones
rápidos, que preferiblemente es un material elemental o isó-
topo apropiado, tal como radio-berilio o americio-berilio. -

25. A fin de medir directamente la relación entre con-
tajes de referencia y de medición, y de tomar el contaje de



402695

medición dentro de un ámbito de tiempo común, el aparato de la figura 1 incluye dos canales: un canal de contaje de medición y un canal de contaje de referencia. El canal de contaje de medición incluye un primer detector D-1 y un amplificador asociado A-1 que recibe trenes de impulsos desde el detector D-1 y un circuito asociado conformador de impulsos PS-1, tal como un discriminador, para conformar los impulsos amplificados que pasan desde el amplificador A-1. De modo semejante el canal de contaje de referencia incluye un segundo detector D-2 y un amplificador asociado A-2 y un circuito conformador de impulsos PS-2. Según la presente invención, la influencia de la derivación en la determinación de características físicas realizada usando el aparato de la figura 1 queda reducida al mínimo por medio del empleo de unos circuitos acoplados para los amplificadores A-1 y A-2 para los circuitos conformadores de impulsos PS-1 y PS-2. Además, la corriente necesaria para el funcionamiento de los elementos del canal de contaje de medición y los elementos del canal de contaje de referencia se deriva de una fuente de energía común, evitando así diferencias en la respuesta del circuito que de otro modo podrían originarse por diferencias en la corriente a ellos suministrada. - - - - -

Al objeto de asegurar que los medios de detección, incluidos los detectores D-1 y D-2, responden adecuadamente a la modificación de la radiación de ionización emitida por la fuente 10, introducida por la característica física que ha de determinarse, la presente invención incluye preferiblemente medios para sostener una muestra de ensayo 11 de un ma

402695



5. terial de característica desconocida y una muestra normalizada 12 de un material de característica conocida para que sean irradiadas por la radiación de ionización emitida por la fuente 10. Además, los detectores D-1 y D-2 del canal de ensayo y del canal normalizado están colocados respectivamente para recibir la radiación según es modificada por las muestras de ensayo y normalizada, 11 y 12 respectivamente. En el caso de la radiación de ionización emitida por la fuente 10 y a la cual dan respuesta los detectores D-1 y D-2 a los neutrones rápidos, modificados por las muestras 11 y 12 para convertirse en neutrones térmicos, la presente invención prevé que se interpongan unos medios adecuados de blindaje tales como una lámina 13 de cadmio, entre la fuente 10 y la muestra 12 del canal normalizado. Aunque la lámina de cadmio 13 no constituye ninguna barrera para los neutrones rápidos, y por ello permite la irradiación de la muestra 12 del canal normalizado por los mismos, dicha lámina es un blindaje efectivo para evitar la detección, por el detector D-2 del canal normalizado, de los neutrones térmicos resultantes de la moderación de neutrones rápidos por la muestra de ensayo 11. De modo semejante el blindaje 13 evita la detección, por el detector D-1 del canal de ensayo, de los neutrones térmicos moderados por el material de la muestra normalizada 12, asegurando con ello la independencia de funcionamiento de los canales de medición y de referencia. - - - -

10.

15.

20.

25.

Con objeto de presentar una indicación de la característica física de la muestra de ensayo 11, la cual característica debe determinarse de manera no destructiva mediante



402695

- el empleo del aparato de la presente invención, el aparato incluye además unos medios indicadores 14 conectados operativamente a los detectores D-1 y D-2 y que responden a la detección por los mismos de la radiación según es modificada por las muestras de ensayo y normalizada 11 y 12 para indicar la característica previamente desconocida del material de la muestra 11 del canal de ensayo. En particular los medios indicadores incluyen medios para relacionar la respuesta del primer detector D-1 contra la respuesta del segundo detector D-2, por ejemplo midiendo la relación de las respuestas simultáneas de dichos detectores. Estos medios indicadores incluyen preferiblemente un divisor 15 que recibe impulsos del detector D-2 del canal de referencia, según llegan modificados y conformados por el amplificador asociado A-2 y el circuito conformador de impulsos PS-2. El divisor 15 puede ser cualquier acumulador digital aceptable, registrador de derivaciones, circuito contador circular u otros circuitos computadores básicos generalmente conocidos, siempre que el circuito pueda ir dispuesto para aceptar un número preciso predeterminado de impulsos procedentes del detector D-2, amplificador A-2 y circuito conformador de impulsos PS-2 antes de que se emita un impulso de salida por el divisor 15. La elección del término "divisor" para aplicar al elemento del circuito 15 acumulador resultará más claro a continuación, en que el funcionamiento total del aparato que ahora se describe se detalla de modo más completo. - - - - -
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

Los medios indicadores 14 incluyen además un desconectador cíclico 16 conectado operativamente al detector D-1

402695 14



del canal de ensayo y al divisor 15 para recibir los impulsos originados por el detector D-1 del canal de ensayo y amplificados y conformados por el amplificador asociado A-1 y el circuito conformador de impulsos PS-1, y recibir impulsos

5. del divisor 15. Conectado operativamente al desconectador cíclico 16 hay un adecuado contador de impulsos 17, en el que ha de registrarse el contaje de medición de la muestra 11 del canal de ensayo. Dichos contadores de impulsos son bien conocidos y se hallan en el mercado procedentes de

10. fuentes conocidas, y típicamente emplean indicadores de tubo de gas para permitir la lectura directa de los contajes de medición. - - - - -

A fin de acumular en el contador 17 un total de contaje de medición que indique la característica física de

15. la muestra de ensayo 11 que debe determinarse con el instrumento de la presente invención, los medios para relacionar las respuestas de los detectores primero y segundo, D-1 y D-2, desconectan cíclicamente el paso de la respuesta del detector D-1 del canal de ensayo en una relación predeterminada

20. a la respuesta del detector D-2 del canal normalizado. Esta desconexión cíclica se realiza disponiendo el divisor 15 y el desconectador cíclico 16, y permite el paso de la respuesta del primer detector D-1 al contador 17. Es decir, que el paso de los trenes de impulsos procedentes del detector D-1 al contador 17 es permitido a través del desconectador cíclico

25. 16 bajo el control del divisor 15. Al realizar esta función, el desconectador cíclico 16 puede estar diseñado electrónicamente para incluir interruptores relé o de



402695

- estado sólido o puede conectarse y desconectarse cualquier otro circuito para controlar el paso de la corriente. Otros elementos similares son conocidos a los diseñadores de circuitos electrónicos. Teniendo en cuenta la cooperación del
5. divisor 15, el desconectador cíclico 16 y el contador 17, puede observarse que la elección de la denominación "divisor" para el acumulador de impulsos que recibe los impulsos del canal normalizado se refiere al hecho de que el desconectador cíclico 16 recibe impulsos, dividiendo el número de impulsos originados por el detector D-2 del canal normalizado por un número preestablecido. Es decir que si se ajustara el divisor 15 para el número 250.000, saldría un impulso hacia el desconectador cíclico 16 después del primero de doscientos cincuenta mil impulsos emitidos por el detector D-2 del canal normalizado que alcanzarán al divisor 15. Después de recibir un impulso del divisor 15, el desconectador periódico 16 empieza a dejar pasar impulsos originados en el detector D-1 de canal de ensayo hacia el contador 17. A continuación, la llegada del último impulso del tren de 250.000 procedentes del detector D-2 del canal normalizado al divisor 15, hace que el desconectador cíclico 16 se cierre, bloqueando el paso ulterior de impulsos originados en el detector D-1 del canal de ensayo al contador 17. Se prevé que el divisor 15 pueda ajustarse previamente para controlar la conducción del desconectador cíclico 16 según cualquiera de varios divisores seleccionados, tales como 500.000 ó 1.000.000.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

Pasando ahora al funcionamiento del aparato según se ha descrito, puede verse que las muestras del canal de en

402695



- sayo y del canal normalizado 11, 12, son irradiadas con radiación ionizante procedente de la fuente 10. Las modificaciones de la radiación ionizante por las muestras de ensayo y normalizada 11 y 12, en cuanto son indicadoras de las propiedades o características de aquellas, son detectadas de modo independiente por los detectores D-1 y D-2. En cuanto al detector D-2 del canal normalizado, la modificación de la radiación de ionización por la muestra del canal normalizado indica una característica de dicha muestra que se sabe que es estable, mientras que en cuanto al detector D-1 del canal de ensayo, la modificación de la radiación de ionización por la muestra 11 del canal de ensayo indica una característica del material que se ensaya, que es desconocida. Por medio del funcionamiento del divisor 15 y del desconectador cíclico 16, al recibir impulsos procedentes de los detectores D-1 y D-2 según llegan amplificados por los respectivos amplificadores A-1 y A-2 y pasados por los respectivos circuitos conformadores de impulsos, PS-1 y PS-2, el contador 17 como dispositivo de indicación está controlado en respuesta a la detección de la modificación de radiación de la muestra que se ensaya, según la detección de la modificación de radiación de la muestra normalizada, de modo tal que efectúa una comparación directa de la modificación de la radiación por las muestras 11 y 12, y con ello indica la característica antes desconocida del material de muestra que se ensaya. Preferiblemente, el paso de la radiación de ionización procedente de una fuente común hacia la muestra de ensayo y la muestra normalizada se realiza de modo simultá-
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.
 - 25.



402695

neo, a fin de asegurar que las variaciones estadísticas en la exposición del material son muestreos tan próximos como es posible de la misma población estadística. En adición, la recepción en los detectores respectivos D-1 y D-2, de canal de ensayo y de canal normalizado respectivamente, de la radiación emitida por la fuente 10 según es modificada por las muestras de ensayo y normalizada 11 y 12, tiene lugar simultáneamente. Ello se asegura mediante el uso del divisor 15 y del desconectador cíclico 16 para tomar el total de

5. contaje de referencia y el total del contaje de medición dentro del mismo período de tiempo de funcionamiento, al que se denomina aquí como ámbito común de tiempo. - - - - -

10.

A fin de hacer resaltar de modo más particular la importancia del funcionamiento en un ámbito común de tiempo, es apropiado referirse ahora al modo de calibrar el instrumento de la presente invención. De modo más particular, al preestablecer el punto de ajuste del divisor 15 en una cifra elegida, tal como por ejemplo 250.000, se preestablece así el total del contaje de referencia. Ello se realiza seleccionando el material de la muestra 12 del canal normalizado y determinando la geometría de la fuente 10, material de blindaje 14, muestra de canal normalizado 12 y detector D-2 de canal normalizado asociado. Así, el instrumento se calibra en cuanto al total de contaje de medición acumulado en el contador 17 durante el período de tiempo requerido para acumular en el divisor 15 un total de contaje de referencia de 250.000. Por cuanto el total de contaje de referencia y el total de contaje de medición se acumulan dentro de un ámbito

15.

20.

25.



402695

común de tiempo, y se halla presente la mayor comunidad posible de componentes de circuito y suministros de energía entre los amplificadores A-1 y A-2 y los circuitos conformadores de impulsos PS-1 y PS-2, los efectos de derivación en la acumulación del total de contaje de referencia y del total de contaje de medición se autoanulan. La calibración del instrumento es por relación directa del total de contaje de medición acumulado en el contador 17 a la característica física que debe determinarse. - - - - -

- 5.
- 10. En una realización específica en funcionamiento del aparato de la presente invención, como se ha expuesto hasta ahora, los medios dispuestos para sostener una muestra del canal de ensayo tomada de un material de característica desconocida y una muestra del canal normalizado del material de característica conocida, para su irradiación por la radiación de ionización emitida por la fuente 10, están compuestos por una estructura de armario 20 (figura 2) de forma paralelepípedica generalmente rectangular. La fuente 10 está situada dentro del armario en el punto substancialmente central del armario, y el armario contiene dos cámaras internas, respectivamente encima y debajo del lugar de situación de la fuente. En lados de las cámaras internas opuestos a la fuente, van montados los detectores D-1 y D-2. Una de las dos cámaras internas, dentro de la estructura de armario, contiene la muestra normalizada 12, montada de manera permanente en su posición entre la fuente 10 y el correspondiente detector D-2 mientras la otra cámara interna está normalmente cerrada durante el uso del instrumento por medio de una puerta 21 con
- 15.
- 20.
- 25.

402695

84 ABX



charnelas. Las muestras de ensayo del material cuya característica física debe determinarse, pueden introducirse en la segunda cámara a través de la puerta, y luego tener la puerta cerrada durante el período de medición. - - - - -

5. Se prevé además, con esta invención, que la técnica de tomar una relación del conteo de medición de ensayo al conteo de medición normalizada dentro de un ámbito común de tiempo real, pueda aplicarse además a medición de radiaciones de tipo general convencional. La disposición geométrica adecuada para dicha aplicación de la presente invención
10. se ilustra por medio de los medidores de cabezal explorador de superficie y de profundidad de las figuras 3-9 y que ahora se describirán. En todos los casos, los instrumentos medidores de cabezal explorador de superficie y profundidad ilustrados en estas figuras se distinguen de los instrumentos
15. descritos anteriormente con referencia a las figuras 1 y 2 principalmente por la provisión de una disposición geométrica distinta de la fuente 10, el detector D-1 de canal de ensayo, el detector D-2 de canal normalizado, y por el hecho
20. de que no se tome del material ninguna muestra de ensayo. Por dichas razones, los caracteres de referencia adoptados para identificar estos y otros elementos de los instrumentos de la exposición anterior, se han aplicado a los elementos correspondientes de los instrumentos ilustrados en las figuras
25. 3-9. Como reconocimiento de lo que ha sido una práctica convencional en el uso de estos medidores de superficie y profundidad, los instrumentos que aquí se ilustran incluyen medios de alojamiento para encerrar y soportar la fuente 10

402695



5. y los detectores D-1 y D-2, estando dichos elementos separados del circuito electrónico asociado que incluye los amplificadores A-1 y A-2, discriminadores PS-1 y PS-2, y el dispositivo indicador elegido unido eléctricamente mediante un cable. En algunos casos puede ser deseable encerrar todos los elementos en un alojamiento o caja común. Dichas disposiciones han sido adoptadas en general para facilitar el empleo de los instrumentos en el campo. - - - - -

10. Las disposiciones geométricas ilustradas en las figuras 3, 4, 5, 6 y 7 se refieren todas a medidores de superficie, en los que la modificación de la radiación de ionización se emplea para determinar las propiedades físicas de su superficie o características de los materiales sometidos a ensayo. En la disposición de las figuras 4, 5 y 6 la muestra del canal normalizado 12 es una muestra de referencia normalizada, formada de un material que posee una característica conocida. En los instrumentos de las figuras 6 y 7, las fuentes 10 disponen de medios de blindaje que sirven además como medios de colimación para la radiación emitida por la fuente.

15. Es decir que la radiación emitida por las fuentes 10 viene dirigida a lo largo de una línea predeterminada desde la fuente. Además, los detectores D-1 del canal de ensayo están dotados de medios colimadores, limitando el campo de vista de dichos detectores a un área determinada debajo de la superficie del material que se ensaya, encerrado dentro de la línea de trazos, e identificado como muestra 11 del canal de ensayo. Dicha operación en la que la muestra 11 del canal de ensayo es colocada a una distancia determinable debajo de la

20.

25.

402695

14



superficie sobre la que descansa el instrumento, debe distinguirse de las disposiciones que se ofrecen en las figuras 4 y 5, en las que las muestras 11 del canal de ensayo están situadas en la superficie sobre la cual descansa el instrumento, pero se extienden por lo menos una cierta distancia hacia abajo dentro del material. - - - - -

El instrumento ilustrado en la figura 7 es distinto de los otros instrumentos ilustrados aquí aún en otro aspecto. Más particularmente, la muestra 12 del canal normalizado empleada para el instrumento de la figura 7 es un volumen de dentro del material sobre cuya superficie descansa el instrumento, en la intersección de la trayectoria colimada de radiación emitida desde la fuente 10 y el campo de vista colimado del detector D-2 del canal normalizado. En un instrumento de este tipo específico, la compensación viene proporcionada no sólo para la derivación electrónica y consideraciones estadísticas del sistema de medición nuclear, sino también para los efectos de la composición química local del material que se ensaya. Así, en cuanto al instrumento ilustrado en particular en la figura 7, la muestra 12 del canal normalizado es un material que no está plenamente caracterizado durante el tiempo en que tiene lugar la operación de medición. Sin embargo, los resultados obtenidos por dicho instrumento medidor proporcionan una compensación de la derivación electrónica y de las consideraciones estadísticas, y por tanto caen dentro de un amplio alcance de aplicación de la presente invención. - - - - -



402695

En la aplicación de la presente invención a medi-
 dores de densidad, en los que se emplea la transmisión direc-
 ta de radiación de ionización a través de una muestra de ma-
 terial para determinar una propiedad física o característica
 5. de dicho material, puede adoptarse una disposición geométri-
 ca tal como la ilustrada en las figuras 8 y 9. En dicha dis-
 posición, el detector D-1 del canal de ensayo está colocado
 para recibir radiación emitida de la fuente 10 que ha pene-
 trado enteramente a través de la muestra 11 del canal de en-
 10. sayo. En la forma particular ilustrada, el detector D-1 del
 canal de ensayo va montado en el extremo de un cabezal explo-
 rador que penetra en la superficie sobre la cual descansa el
 instrumento. - - - - -

Si bien se ha señalado un cierto número de varia-
 ciones en la disposición de los elementos de los instrumen-
 tos ilustrados en esquema en la figura 1, se cree apropiado
 15. reincidir en que la presente invención prevé que el método
 descrito aquí pueda adaptarse aún a otras disposiciones geo-
 métricas de los elementos del instrumento, conservando sin
 20. embargo las ventajas de autoanulación de consideraciones es-
 tadísticas y de desviación electrónica. - - - - -

Aún cuando la exposición anterior se ha referido
 en particular al uso de instrumentos dotados de un contador
 17 en los medios indicadores 14, de modo que los datos resul-
 25. tantes se den en forma numérica, la presente invención prevé
 además que pueda disponerse una lectura o impresión directa
 y continua, tal como mediante un medidor o un registrador de

402695



regímenes. Para obtener este resultado particular, los medios indicadores 14 (encerrados en línea de trazos en la figura 1) pueden estar substituídos por unos medios indicadores 24 ilustrados en esquema en la figura 10. En los medios

5. indicadores 24 de lectura continua, se obtiene una señal de salida analógica que puede usarse, por ejemplo, para accionar un contador de indicación directa o un registrador sobre papel. Para obtener dicha señal analógica de salida, se disponen circuitos 25 y 26 primero y segundo de conversión de

10. digital en analógica, que van conectados operativamente a los respectivos circuitos amplificadores y conformadores de impulsos de los circuitos de canal de ensayo y canal normalizado. Los circuitos 25 y 26 pueden ser un tipo apropiado de circuito de variación capaz de recibir un tren de impulsos

15. de señal originados por los detectores D-1 y D-2, amplificados por los respectivos amplificadores A-1 y A-2, y conformados por los respectivos discriminadores PS-1 y PS-2. Las señales analógicas derivadas por conversión de las señales digitales recibidas por los respectivos circuitos 25 y 26 son

20. suministradas entonces a un divisor analógico 28, que divide la señal analógica derivada del circuito de canal de ensayo por la señal analógica derivada del circuito del canal normalizado, para llegar a una señal analógica de salida. Dicha señal puede suministrarse entonces a un adecuado dispositivo

25. de registro o lectura continuos. - - - - -

N O T A

Se declaran de novedad y propiedad para España,

402695^{1/4}



sus territorios y plazas de soberanía, las siguientes: - - -

REIVINDICACIONES

- 1.- Perfeccionamientos en los instrumentos para el ensayo de materiales, y más particularmente en los instrumentos que emplean radiación de ionización para ensayar un material por lo que se refiere a la presencia y a la magnitud de determinada característica, capaz de modificar de modo detectable la radiación de ionización que se utiliza, caracterizados porque el instrumento comprende una fuente de radiación que emite una radiación de ionización de un tipo elegido como capaz de ser modificado de modo detectable por determinada característica del material que se ensaya, estando soportada dicha fuente de radiación en una relación geométrica predeterminada respecto a una muestra de ensayo de un material que se somete a ensayo y a una muestra normalizada de un material del que se sabe que posee la determinada característica, para irradiar de modo simultáneo las muestras con la radiación de ionización emitida por dicha fuente de radiación, medios de detección para percibir las modificaciones de la radiación de ionización emitida por dicha fuente de radiación introducidas por dicha determinada característica de las muestras, y que incluyen unos detectores, primero y segundo, soportados respectivamente en una relación geométrica determinada con respecto a la muestra de ensayo y a la muestra normalizada para percibir de modo simultáneo e independiente la radiación según esté respectivamente modificada por aquellas, y medios de indicación conectados operativamen
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

4026943



te a dichos medios de detección y que actúan en respuesta a la percepción por éstos de la radiación tal como es modificada por las muestras para indicar la presencia y magnitud de dicha determinada característica del material de muestra

5. que se ensaya, incluyendo medios de división para expresar la respuesta de dicho primer detector en una relación prede-terminada con la respuesta de dicho segundo detector, de modo que el instrumento es calibrado por una correlación de la relación de las respuestas de los detectores a la magnitud de la determinada característica que debe determinarse.

10.

2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dichos medios de indicación responden de modo simultáneo a la detección de la radiación tal como es modificada por el material de la muestra de ensayo y tal como es modificada por el material de la muestra normalizada, de modo que las respuestas a dichas modificaciones se dan dentro del mismo período de tiempo de funcionamiento del instrumento. - - - - -

15.

3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque dicha fuente de radiación y dichos medios de detección están soportados por la irradiación de las muestras de modo simultáneo con la detección de las modificaciones de la radiación por aquellas, de modo que la irradiación y la detección tienen lugar dentro del mismo período de tiempo de funcionamiento del instrumento. - - - -

20.

25.

4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1,

402695 13 SEP 1969



- caracterizados porque los detectores primero y segundo gene
ran cada uno trenes de impulsos de señales en respuesta a
la detección de la modificación de radiación y porque los
medios indicadores responden a trenes de impulsos de seña-
les generados por los detectores para indicar un cociente.-
- 5.
- 5.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4,
caracterizados porque dichos medios de indicación compren-
den un acumulador digital conectado operativamente a uno de
dichos detectores para recibir trenes de impulsos de éste y
acumular un predeterminado número de dichos impulsos, un
desconectador cíclico de señal conectado operativamente al
otro de dichos detectores para controlar el paso de trenes
de impulsos desde éste y conectado operativamente a dicho
acumulador para dar respuesta al mismo, y un contador digi-
tal conectado operativamente a dicho desconectador cíclico
de señal para recibir del mismo trenes de impulsos que pa-
san desde dicho otro detector, actuando dicho desconectador
cíclico en respuesta a dicho acumulador para dar paso a im-
pulsos de señal desde dicho otro detector a dicho contador
sólo durante aquel período de tiempo que se requiera para
que dicho acumulador reciba dicho predeterminado número de
impulsos de señal desde dicho primero de los detectores, y
actuando dicho contador en respuesta a dichos impulsos de
señal que han pasado por dicho desconectador cíclico para
totalizar dichos impulsos, de modo que el número total de
impulsos admitidos en dicho contador viene determinado por
los trenes de impulsos procedentes de dicho segundo detec-
tor durante el tiempo que se origina un número predeterminado
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.

40269513 SEP 1959



do de impulsos en el dicho primer detector. - - - - -

- 6.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, caracterizados porque dichos medios de indicación comprenden conversores primero y segundo de digital en analógico
5. operativamente conectados respectivamente a dichos detectores primero y segundo para convertir trenes de impulsos de señal originados por éstos en correspondientes señales analógicas de régimen, y comprenden además unos medios de división analógica para dividir señales analógicas y que están
10. conectados operativamente a dichos conversores de digital en analógico para recibir dichas señales analógicas de régimen de aquellos, de modo que la salida de dichos medios divisores analógicos es un cociente de señales de régimen. - -

- 7.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, estando el instrumento adaptado particularmente para medición de una característica de superficie, caracterizados porque dichos medios de soporte de dicha fuente de radiación y dichos medios detectores comprenden un órgano que tiene una superficie inferior substancialmente plana para
15. descansar sobre el material sometido a ensayo y en íntimo contacto con el mismo, estando dicha fuente de radiación y dicho detector de canal de ensayo dispuestos con relación a dicho órgano para la irradiación del material que se ensaya
20. y la detección de la modificación de radiación por el mismo, por transmisión de la radiación a través de dicho órgano y reflexión de la misma desde dicho material. - - - - -
- 25.

402695



8.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, estando el instrumento adaptado particularmente para la medición de una característica de superficie, caracterizados porque dichos medios que soportan dicha fuente de radiación y dichos medios de detección comprenden un órgano que tiene una superficie inferior substancialmente plana para descansar sobre el material sometido a ensayo y en íntimo contacto con el mismo, estando dicha fuente de radiación y dicho detector de canal de ensayo dispuestos con relación a dicho órgano para la irradiación del material que se ensaya y la detección de la modificación de radiación por el mismo, por transmisión de la radiación a través de dicho órgano y de dicho material. - - - - -

9.- Perfeccionamientos según la reivindicación 4, estando el instrumento adaptado particularmente para la medición de una característica de densidad, caracterizados porque dichos medios que soportan dicha fuente de radiación y dichos medios de detección comprenden un órgano de cabezal explorador para penetrar dentro del material que se somete a ensayo, y que tiene una de dichas fuentes de radiación y dicho detector de canal de ensayo montados en él, estando dicha fuente de radiación y dicho detector de canal de ensayo dispuestos con dicha muestra de canal de ensayo interpuesta entre ellos para la detección de la absorción de radiación después de la penetración de la misma a través de la muestra del canal de ensayo. - - - - -

10.- "PERFECCIONAMIENTOS EN LOS INSTRUMENTOS PARA

402695

13 SEP 1969



EL ENSAYO DE MATERIALES". -----

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

Barcelona, 13 Septiembre 1969

Alcalá

maf.

402695

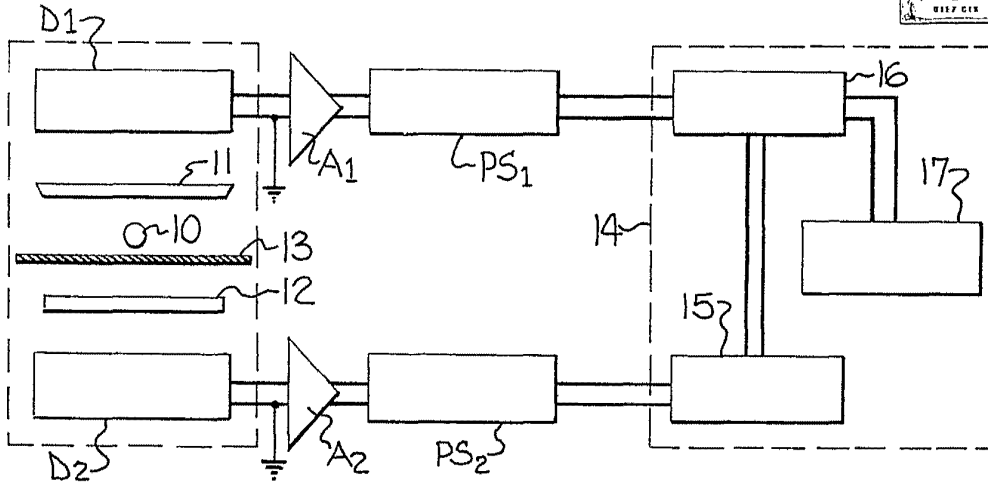


FIG-1

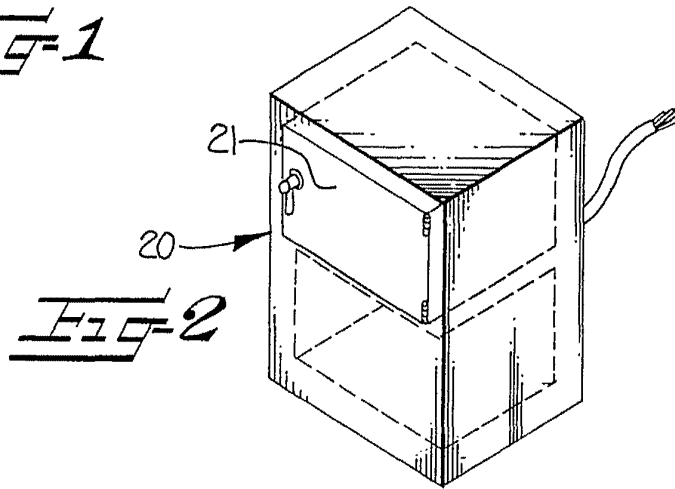


FIG-2

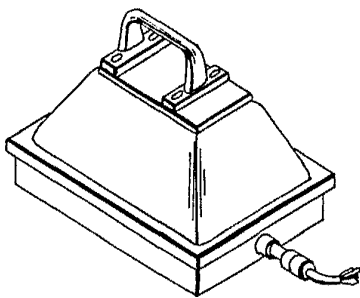


FIG-3

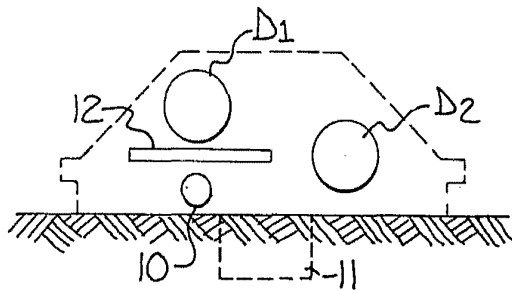


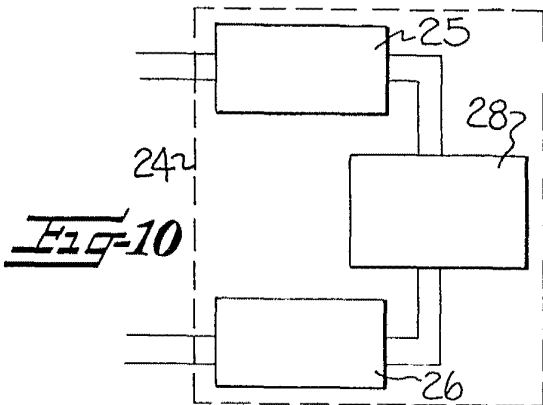
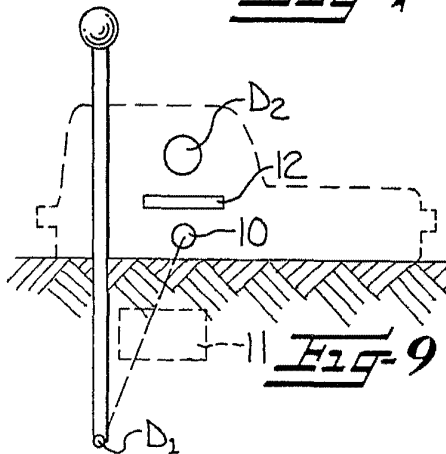
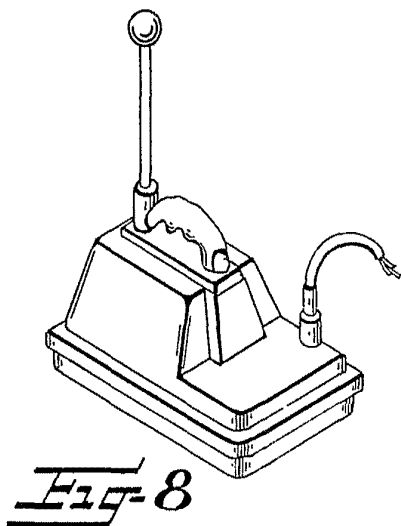
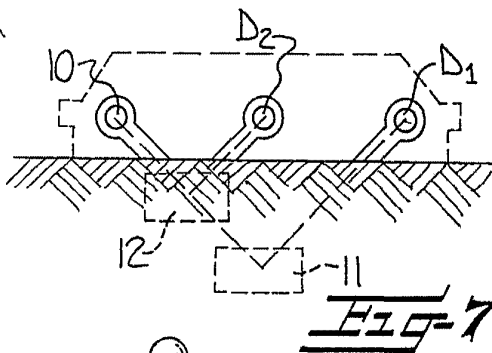
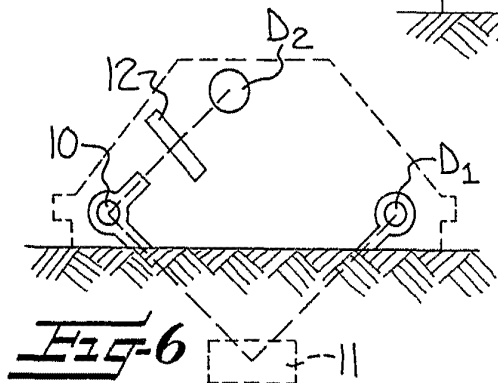
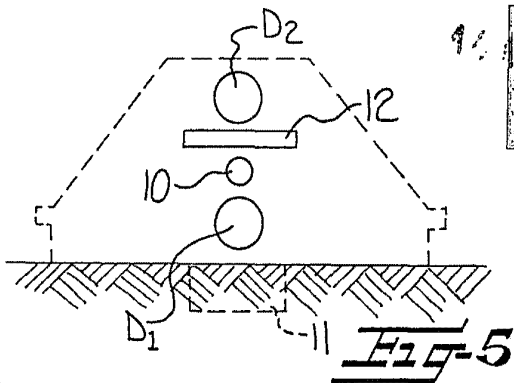
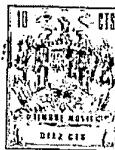
FIG-4

BARCELONA, 14 ABR. 1977

P. A. M. CURELL SUÑOL

M. Curell Suñol

402595



... ..
... ..
... ..
Min. h...

For Order
... ..