

mc/

D.E. Wooldridge

Caso 9-Div. A.



184577

184577

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

a favor de

WESTERN ELECTRIC COMPANY, INCORPORATED - de nacionalidad norteamericana - domiciliada en 195, Broadway, New York, 7 N.Y.

por:

"Aparato para inducir conductividad eléctrica en aisladores"

-----:000:-----

M e m o r i a D e s c r i p t i v a

Este invento se refiere a un aparato para inducir conductividad eléctrica en cuerpos o materiales aisladores.

En el campo de la física nuclear hay necesidad esencial de un aparato que produzca una pulsación relativamente grande de corriente eléctrica correspondiente con la



5 llegada al mismo de una partícula cargada resultante del
proceso de desintegración radioactiva. Hasta ahora, tal
necesidad se ha atendido mediante aparatos llenos de gas,
como la conocida válvula Geiger-Mueller, que contiene dos
10 o más electrodos a través de los cuales se mantiene una
tensión eléctrica ligeramente insuficiente para producir
una descarga en medio gaseoso. Cuando una partícula alfa
o beta penetra en este gas, la ionización originada sirve,
por un efecto de cadena, para determinar una descarga eléc-
15 trica local en el gas. La pulsación de corriente eléctrica
que circula a consecuencia de esta descarga se aplica para
accionar un aparato medidor o contador que puede usarse
para determinar la intensidad de la radiación de partículas
cargadas procedentes del material radioactivo o del proce-
20 so que se investiga. Otra aplicación de este principio
es el contador de ionización, en el que no hay verdadera des-
carga o ruptura en el gas, sino que se produce una pulsa-
ción de corriente cuya magnitud corresponde al número de
iones originado por la partícula cargada incidente, o sea
a su energía. Pueden derivarse grandes ventajas de un apa-
25 rato en que se produzcan pulsaciones similares de corriente
eléctrica por incidencia de tales partículas cargadas en
un medio sólido en lugar de gaseoso. Tal sólido puede re-
ducir sensiblemente el tamaño del instrumento requerido
para contar los productos de la desintegración radioacti-
va.

30 Un objeto del invento, es un aparato que facilita
la determinación de la clase e intensidad de radiación,
y más especialmente de la radiación de partículas con car-
ga.

Un objeto más específico del invento, es redu-

184577



oir substancialmente el tamaño del aparato empleado para determinar la clase e intensidad de radiación de partículas cargadas procedentes de materiales radioactivos.

Otro objeto de este invento es un aparato que proporciona un control exterior para el flujo de corriente eléctrica que atraviesa un material sólido al que se ha aplicado un campo eléctrico.

La característica fundamental de muchos aparatos electrónicos de gran importancia en la materia, es el control del flujo de corriente eléctrica entre dos electrodos dentro de un espacio vacío o lleno de gas, mediante elementos eléctricos independientes de la tensión aplicada entre estos electrodos. Entre las muchas aplicaciones de este principio figura la amplificación de señales eléctricas en el conocido triodo vacío o evacuado y sus modificaciones. Todos los aparatos de este género ideados hasta ahora para funcionar a temperaturas normales se han fundado esencialmente en el control del flujo electrónico a través del vacío o de un gas. Se obtienen grandes ventajas, especialmente por aumento de amplificación si se puede complementar, o en algunos casos reemplazar, estos aparatos mediante otro aparato en el que el flujo de electrones atraviese un material sólido con sujeción asimismo a un control exterior independiente.

Otro objeto de este invento es proporcionar un amplificador de señales eléctricas cuya amplificación para un determinado espacio entre electrodos sea mayor que la obtenida hasta ahora.

Para clasificar sustancias según su conductividad eléctrica suelen emplearse tres designaciones. Los "conductores" eléctricos comprenden las sustancias que a la tem-

20



184577

peratura ambiente, esto es, de 15° a 25° C, tienen una resistencia específica del orden de 10^{-6} ohm-cm. Los semiconductores son sustancias con resistencia específica del orden de 1 ohm-cm. Los aisladores son sustancias que en las mismas condiciones tienen una resistencia específica del orden de 10^6 ohm-cm, o más.

La teoría moderna del estado sólido explica satisfactoriamente el funcionamiento de los buenos aisladores eléctricos. Esta teoría se expone en la primera parte de un artículo de W. Shockley, "The Quantum Physics of Solids", que principia en la pág. 645, vol. XVIII (1939) del Bell System Technical Journal, siendo de especial interés el contenido de las páginas 652 a 655. Tales materiales deben sus propiedades no conductoras a un reparto de equilibrio de los electrones del sólido entre los niveles de energía disponibles, de tal modo que exista una diferencia apreciable de energía entre el nivel de máxima carga y el de mínima descarga. Este intervalo, que puede abarcar varios electrón-voltios es una barrera efectiva que impide la transición de electrones a estados superiores por influencia de un campo. Como no hay espacios vacíos por debajo de la región en que los electrones no pueden penetrar, al aplicar un campo no puede producirse cambio alguno en el reparto general de electrones, y, por consiguiente, tampoco puede circular corriente.

El estado de equilibrio en un aislador puede alterarse de diversos modos conocidos. Por ejemplo, si el intervalo prohibido de energía es suficientemente estrecho, o bastante elevada la temperatura, los electrones pueden excitarse a veces por el calor para que ocupen la banda desocupada. Una vez allí, pueden moverse libre-



5

mente a estados de energía superiores por influencia de un campo, además, los huecos que quedan en la banda de niveles normalmente llenos permiten desviaciones entre este grupo de electrones cuando se aplica un campo. Ambos efectos se manifiestan como traslación de carga eléctrica en el material normalmente aislante; por lo tanto, pueden considerarse como prueba de conductividad eléctrica inducida en el mismo.

10

15

20

25

30

Mucho se conoce acerca de la ionización producida por partículas alfa al atravesar un gas. Por ejemplo, una partícula alfa de radio produce alrededor de $1,4 \times 10^5$ electrones libres y el mismo número de iones positivos cuando se detiene por completo en el aire. Hasta ahora no se ha podido medir directamente el número de iones originado en un sólido, pero es relativamente sencillo hallar el orden de magnitud de esa cifra. El razonamiento se basa en el aserto de que la acción recíproca entre una partícula alfa y un átomo en atmósfera gaseosa no puede diferir mucho de la que se desarrolla entre la partícula alfa y un átomo similar en el seno de un sólido. Esto encuentra un buen apoyo experimental en mediciones de capacidad de bloqueo por átomo de varios elementos, que aumenta poco a poco al subir el peso atómico; una relación empírica sencilla se ajusta a las observaciones, aunque unos elementos sean sólidos y otros gaseoso. Por consiguiente, parece acertado concluir que la relación entre los electrones liberados y los átomos atravesados no ha de diferir mucho en los átomos de carbono del diamante y en los de nitrógeno del aire; tampoco ha de ser muy diferente la energía media consumida por electrón. De aquí se ha deducido que una partícula alfa de radio debe hacer

184577



subir unos 10^5 electrones a la banda de conducción, al ser detenida en un cristal de diamante, esto es, desviar el electrón de un estado en que no puede moverse dentro de un campo eléctrico a otro en que pueda hacerlo.

5 Cuando la partícula alfa ha desalojado el electrón de su nivel normal de energía, introduciéndolo en la banda de conducción, el electrón se mueve hacia el ánodo, y el "hueco" de la banda ocupada se acerca al cátodo si se aplica un campo eléctrico al diamante. Si en el cristal se disponen electrodos adecuados, para poder aplicar un campo eléctrico, estos electrones y huecos se mueven hacia electrodos opuestos, originando así una pulsación de conductividad en un circuito de medición apropiado.

10 De manera análoga se observa conductividad en cristales de diamante bombardeados con rayos beta o con electrones de velocidad moderada, si se adapta el circuito de medición a estas operaciones.

15 Se han empleado con éxito para producir por bombardeo conductividad inducida aparatos compuestos de aisladores cristalinos, con electrodos de oro, platino o aluminio depositados por evaporación de alambres de estos materiales calentados. Al parecer, conviene un contacto íntimo entre el diamante u otro cuerpo aislante y los electrodos, para utilizar esta conductividad inducida.

20 De conformidad con este invento, cuando se bombardean ciertos cuerpos cristalinos de material aislante, por ejemplo, diamante, con partículas alfa, partículas beta o electrones de velocidad moderada, se convierten temporalmente en conductores eléctricos. Puede aprovecharse este fenómeno para descubrir o revelar la

25

30

184577



5 presencia de chorros de partículas alfa o beta o de elec-
trones de velocidad moderada y medir su intensidad. En
ciertas formas de realización del invento puede utilizar-
se el principio de conductividad eléctrica inducida por
bombardeo exponiendo un cristal de diamante a un rayo in-
cidente de partículas con carga eléctrica e imprimiendo a
la vez sobre el diamante un campo eléctrico para producir
una corriente que lo atraviere cuando se liberan en su in-
terior los electrones secundarios por la acción ionizante
10 de las partículas que inciden. Esta corriente puede em-
plearse para accionar un osciloscopio y apreciar la natu-
raleza e intensidad de las partículas incidentes, o bien
para accionar un contador que indique el número de ellas
que incide en el diamante durante cierto período de tiem-
15 po. Si el aislador en que ha de inducirse conductividad
eléctrica por bombardeo se coloca en el trayecto de un
rayo electrónico sometido al control de impulsos eléctri-
cos débiles que han de amplificarse, la corriente que re-
sulta de la conductividad eléctrica inducida por bombar-
20 deo puede ser mucho mayor que los impulsos eléctricos
débiles, con lo que el aparato puede servir de amplifi-
cador eléctrico.

Otro objeto del invento es aumentar la rela-
ción que puede llegar a obtenerse entre el número de par-
tículas cargadas libres desprendidas por el bombardeo y
25 el de electrones primarios (que bombardean). Otro objeto
afín es aprovechar la mayor densidad en volumen de un apa-
rato de conductividad inducida por bombardeo, con aisla-
dor sólido, en comparación con el aparato de atmósfera
gaseosa, en ventaja de la compacidad y economía de espa-
30 cio.



Otros objetos del invento se comprenderán por la memoria siguiente, con referencia a los dibujos del plano adjunto, en los cuales indican:

5 Las figs. 1 y 2, dos modos de aplicar la necesaria diferencia de potencial a las superficies de los aisladores mencionados, con relación también a la incidencia de las partículas de bombardeo;

10 La fig. 3, un montaje de circuito según esta invención, para indicar la presencia de conductividad en un aislador afectado por el bombardeo con partículas cargadas.

La fig. 4, a escala aproximada, un oscilograma real de la inducción de conductividad en un diamante, empleando un circuito como el de la figura 3.

15 La fig. 5, un circuito análogo al de la figura 3, para indicar la presencia de conductividad inducida por bombardeo en un aislador, en este caso específico un aparato para contar efectivamente las partículas incidentes con carga, sin limitarse a un tipo particular de foco o manantial de partículas de bombardeo.

20 La fig. 6, un amplificador conforme al invento.

La fig. 7, una sección transversal de la estructura de la figura 6, según la línea 7-7.

25 La fig. 8, un detalle del blanco o cuerpo aislador de cuarzo de la figura 6; y

La fig. 9, una modificación de la parte del circuito de salida de la figura 6, a la derecha de la línea X-X.

30 En lo que sigue ha de entenderse que, con referencia a cualquier sistema particular de demostrar o



5

10

15

20

25

30

medir la conductividad inducida por bombardeo de un diamante o cuerpo aislador análogo, el rayo o haz incidente puede componerse casi indistintamente de diversos tipos comunes de partículas cargadas. Los tipos aplicables de estas partículas comprenden electrones ordinarios, como las emanaciones catódicas de los aparatos electrónicos usuales; partículas beta, que en realidad son electrones rápidos, y partículas alfa, que son partículas con carga positiva. Las partículas alfa y beta suelen emanar de materiales radioactivos, y así se considera en la presente exposición. Debe entenderse asimismo que los circuitos o sistemas para probar la realidad de la conductividad inducida por bombardeo no difieren en concepto según su último efecto sea una gráfica que muestre tal conductividad, como la de una pantalla de oscilógrafo, o una respuesta audible en un instrumento que dé una medida cuantitativa de la incidencia del rayo de partículas cargadas; aunque en ciertas figuras del plano se hayan diferenciado así para indicar diversos medios, en atención a especiales consideraciones.

La generalización que antecede se refiere también a los sistemas particulares de electrodos, y las figuras 1 y 2 muestran dos sistemas que pueden usarse casi indistintamente en cualquiera de los circuitos aquí descritos, pudiendo preferirse uno de ellos por consideraciones prácticas. Estos dos sistemas difieren en el modo de acoplar los electrodos a la substancia dieléctrica sólida en que van superpuestos. En la figura 1, los dos electrodos se hallan montados en la misma superficie del diamante, uno al lado de otro, y, por consiguiente, las partículas atacantes sólo necesitan afectar a aquel



más o menos superficialmente; mientras que en la figura 2 los electrodos están montados en superficies opuestas del diamante, de modo que la corriente de conducción representa un fenómeno presente en toda su masa, y, por lo tanto, en este sistema las partículas de bombardeo y las desprendidas por sus efectos afectan igualmente a toda la masa del diamante.

En la figura 1, especialmente, sobre una superficie del aislador 3 van montados dos electrodos -1- y -2- de película de metal conductor. El intersticio -4- entre ambos es relativamente estrecho, habiéndose usado con éxito diversas anchuras comprendidas entre 0,00254 y 0,02032 centímetros.

Estos electrodos pueden prepararse dividiendo groseramente por la mitad la superficie del diamante, para lo cual se tiende un alambre de diámetro adecuado a través del diamante y en estrecho contacto con su superficie, y se evapora luego en el vacío sobre dicha superficie una película de metal conductor. La sombra proyectada por el alambre proporciona, al quitarlo, un intervalo de anchura constante a través del cual hay una resistencia elevada.

Las partículas cargadas se suponen componentes de un rayo o haz indicado en general por el número -5-, y que incide sobre la superficie del diamante. Como es natural, la eficacia de este rayo es máxima cuando incide en el intervalo de la superficie, pero, según el tipo de partícula cargada, los electrodos no han de significar forzosamente una barrera material. En las figuras siguientes se expondrán de un modo más específico y detallado organizaciones que comprenden los elementos indicados aquí más bien en esquema. El ángulo de incidencia no es

184577



rigurosamente exacto.

5 Fuerzas electromotrices moderadas, aplicadas entre estos electrodos desde el manantial o foco -6-, producen campos eléctricos relativamente intensos en las capas superficiales superiores del diamante, y las pulsaciones resultantes de conductividad inducida que se observan en el contador I, indicado esquemáticamente, pasan sólo a través de estas capas superficiales. En las descripciones más concretas relativas a las demás figuras se indicarán ciertos valores numéricos de dimensiones físicas y eléctricas contenidas o indicadas en las figuras 1 y 2.

15 La figura 2 presenta el segundo tipo de colocación de los electrodos -1- y -2-, que aquí ocupan superficies opuestas del diamante -3-. Una muestra típica de diamante para este objeto puede tener un diámetro de 0,635 centímetros y un espesor de 0,0508 centímetros, aproximadamente. Así, una diferencia de potencial de 100 voltios del generador -6-, a través de estos electrodos, producirá un campo eléctrico uniforme de unos 2000 voltios por centímetro en toda la masa del diamante. En este tipo de montaje de los electrodos, las pulsaciones de conductividad inducida que se observan en el contador I pasan de delante atrás a través del cuerpo del diamante, al contrario del caso de la figura 1, en que las pulsaciones atraviesan la región de la superficie anterior, junto a esta superficie.

25 En la figura 3, que muestra una realización práctica de un sistema que funciona según los principios enunciados con respecto a las figuras 1 y 2, especialmente esta última, los elementos similares llevan los mismos

30



5 números de referencia. El diamante -3- están guarnecido de electrodos metálicos -1- y -2-, como en la figura 2, y el conjunto vá dentro de un receptáculo -7- en el que se ha hecho el vacío. El foco o manantial -8- de partículas cargadas, que se supone de partículas alfa, puede consistir en un trocito de lámina de plata -9- en el que se ha depositado una capa de sulfato de radio de cierta densidad superficial del componente radio (en un ejemplo típico, 1,86 microgramos de radio por centímetro cuadrado). El número -10- indica esquemáticamente el soporte para la lámina de plata. Ya se conocen montajes similares a este y otros elementos aquí expuestos, en un recipiente vacío. Pueden utilizarse también otras disposiciones asimismo conocidas por métodos anteriores, como un medio magnético de control para determinar la dirección particular de incidencia de las partículas en el diamante, o incluso para ajustar la posición del foco de partículas alfa frente al orificio -11- en un elemento -12- análogo a un diafragma, y determinar y limitar más concretamente la acción conjunta precisa del rayo de partículas cargadas y el diamante.

25 La misma explicación puede aplicarse al uso de un manantial o foco de partículas beta. En este caso, el elemento -9- podría consistir en un trozo de vidrio en el que se ha depositado una diminuta cantidad de estroncio radioactivado.

30 A través del diamante, esto es, entre sus electrodos, puede aplicarse por medio del foco o manantial primario y el potenciómetro, conjuntamente designados por -13-, un potencial ajustado cuyo valor puede indicar el instrumento V. La superficie bombardeada del diamante

184577



puede hacerse positiva o negativa, con relación a la superficie opuesta, mediante el interruptor de inversión -14-. Naturalmente, en el ejemplo específico de la figura 3, las partículas atacantes entran en el electrodo expuesto antes de afectar al diamante. Esta acción no representa una desviación notable del caso de bombardeo directo del diamante. El circuito detector consta de amplificador -15- y osciloscopio de rayos catódicos -16-, ambos expuestos en esquema para dar idea de la elección relativamente indistinta de medios específicos destinados a estas funciones.

No es absolutamente preciso evacuar o hacer el vacío en el receptáculo. En la práctica se emplea un vacío suficiente sólo para eliminar pequeñas pulsaciones de conductividad inducida originadas al ionizarse el aire por el paso de las partículas cargadas hacia el diamante. Estos pequeños efectos pueden eliminarse en gran parte en asociación o no con el vacío, montando el foco de partículas lo más cerca posible del diamante, para lo cual deberán dejarse intersticios muy pequeños entre éste, el foco -8- y el diafragma -12-.

La figura 4 muestra a escala aproximada los resultados gráficos de una forma de realización del invento en un circuito semejante al de la figura 3, en donde se bombardea con partículas alfa emitidas por el componente de sulfato de radio. En ella se aprecia una serie real de trazos de un campo osciloscópico, indicando las ordenadas la corriente que atraviesa el diamante, inducida por el bombardeo con partículas cargadas, y el eje horizontal el tiempo. Este diseño de la figura 4 se ha reproducido de un oscilograma de 1/20 de segundo de exposición.

se aplicó un potencial de 100 o 200 voltios entre

184577²⁰



los electrodos, conectando el electrodo bombardeado al lado negativo de la batería. Cada una de las cúspides verticales pronunciadas (desplazamiento del rayo catódico) representa una pulsación de conductividad inducida que produce en el
5 diamante el bombardeo con una sola partícula alfa durante una fracción sumamente pequeña de segundo. Estas emanaciones de partículas alfa ocurren al azar a lo largo del trazo horizontal, según el hecho bien conocido de que el radio emite partículas alfa a intervalos irregulares de tiempo.
10 Estas pulsaciones se representan de altura variable. Al calibrar el circuito detector afectado se vió que la altura máxima de pulsación correspondía a una carga de 5×10^5 electrones como mínimo. Al mismo tiempo se halló que invirtiendo la polaridad relativa de los electrodos del diamante se
15 invertía asimismo el diseño de la figura 4, produciéndose las desviaciones hacia abajo.

Se observará que estas desviaciones están superpuestas a un desplazamiento de fondo b que adopta el aspecto de una zona de límites irregulares en la figura 4. Este efecto de fondo se obtiene retirando el potencial de los
20 electrodos del diamante, y las desviaciones que lo componen corresponden al ruido característico del amplificador. De la figura 4 resulta evidente que puede usarse el circuito de la figura 3 para medir cuantitativamente la conductividad del diamante inducida por bombardeo, tanto en intensidad de una pulsación cualquiera como en número de éstas.
25 Aumentando la magnitud de abscisa que representa un pequeño lapso de tiempo y aumentando lo suficiente las amplitudes de pulsación, de acuerdo con la práctica convencional en
30 osciloscopia, es perfectamente posible contar las partículas de bombardeo y apreciar los efectos de su incidencia.

184577



5 Basta para desarrollar estas pulsaciones de corriente aplicar un campo de 2000 voltios por centímetro, o menos aún. Por ejemplo, se han obtenido tales pulsaciones aplicando sólo 5 voltios a los electrodos del tipo de la figura 1, intercalados en el circuito de la figura 3, y con una separación de 0,00254 cm. entre ellos. De manera análoga, empleando el tipo de montaje de electrodos de la figura 2, se han obtenido estas pulsaciones de corriente con menos de 100 voltios entre electrodos, siendo de unos 0,0508
10 cm. el espesor del diamante.

Observando estas pulsaciones de conductividad inducida, en las que el amplificador -15- tiene una característica de velocidad ~~simamente~~ alta, se ha visto que el tiempo de elevación de la pulsación vista en el osciloscopio fué de unos 0,15 microsegundos. Como esta cifra representa una limitación en el propio amplificador, puede concluirse razonablemente de esta observación que la subida de la pulsación es inferior a 0,15 microsegundos. En realidad, hay motivo para creer que pueda ser mucho menor. Suponiendo
15 do que el período de recuperación del aislador sea del mismo orden que el de subida, esta observación significa que ocurren pulsaciones distinta y separadamente perceptibles en el diamante cuando las partículas alfa que inciden en el mismo se suceden a intervalos de sólo 0,15 microsegundos o menos. En consecuencia, el circuito de la figura 3 sirve para señalar la incidencia de partículas alfa a razón de
20 unos siete millones por segundo o más.

Todas las pulsaciones de conductividad inducida descritas se han observado con el diamante a la temperatura ordinaria. Esto es importante, con relación a los métodos
30 antiguos, pues el que lograba la mayor aproximación a este



invento, aunque empleando tipos de cristal muy distintos y no la misma variedad de tipos de partículas cargadas, exigía una temperatura que corresponde aproximadamente a la del aire líquido, sin conseguirse el menor resultado práctico a la temperatura ambiente.

Se ha indicado que el circuito de la figura 3 puede usarse para bombardeo con partículas beta y no alfa. Bombardeando con partículas beta se han hecho observaciones semejantes a las de la figura 4, comprobándose que son de análoga especie, aunque de distinta magnitud. Estas pulsaciones dependían igualmente de la polaridad del potencial aplicado. En general, las pulsaciones eran menores que con partículas alfa, según un factor de $-4-$ o $-5-$, lo que era de esperar, puesto que las partículas alfa tienen una energía máxima cuádruple o quíntuple que las beta.

La figura 5 presenta el invento aplicado como contador. Los elementos similares llevan los mismos números que en la figura 3, y la diferencia esencial consiste en el uso del contador $-20-$ en lugar del osciloscopio $-16-$ de dicha figura, dando por sentado que los métodos conocidos proporcionan contadores de impulsos (pulsaciones) de gran variedad y con más facilidades que el osciloscopio de la figura 3. Puede aplicarse un potencial de 200 o 300 voltios a través del cristal de diamante, cuya estructura, con electrodos, puede alojarse en un espacio de dimensiones inferiores todas ellas a 0,635 cm. Este conjunto se expone al foco de radiación que convenga y cuyas partículas se han de contar. Las pulsaciones corrientes que atraviesan el diamante cada vez que entra en éste una partícula cargada, se amplifican en la forma expuesta, y las señales así producidas se registran en el contador $-20-$, que puede ajustar-

184577



se de modo que sólo cuente pulsaciones de una determinada amplitud o mayores.

La figura 6 representa el invento aplicado como amplificador, en el cual una onda originada en el circuito -21- puede transportarse amplificada al circuito de salida -22- del blanco o cuerpo aislador bombardeado -23-, para utilizarla en el osciloscopio o contador -24-, como en las figuras 3 o 5, o, según la variante de la figura 9, para cualquier otro fin normalmente atendido por una onda amplificada. Como es natural, en el circuito de la figura 6 puede insertarse un amplificador entre el cuerpo aislador -23- y el elemento de respuesta -24-, del mismo modo que en las figuras 3 y 5, para el mejor funcionamiento de este último.

Más concretamente, el amplificador comprende un recipiente -25- en el que se ha hecho el vacío, y que está limitado por placas conductoras -32- y -33-, y cuya sección transversal se representa en la figura 7. Se produce una diferencia crítica de potencial entre las placas por medio del foco o manantial y del potenciómetro -27-, haciendo negativa la placa superior -32- de la figura, con relación a la inferior -33-. En estas condiciones, los electrones emitidos por el cañón o proyector -28- son repelidos por la placa superior y siguen una trayectoria parabólica que los lleva a incidir sobre el cuerpo aislador -23-. La onda procedente del foco -21- altera el estado de electricidad estática de las placas lo necesario para variar el paso de los electrones hacia el orificio -29-, para incidir en el cuerpo aislador -23-. Como se ha explicado antes, el hecho mismo de incidir un rayo de partículas cargadas, como el de electrones en este caso, sobre el cuerpo aislador -23- supone una respuesta amplificada en la salida

184577



de este cuerpo aislador. La diferencia variable de potencial entre las placas -32- y -33-, superpuesta por el foco -21- a la diferencia constante de potencial del foco -27-, hace esta respuesta amplificada proporcional a las ondas del foco -21- que han de amplificarse.

El cañón electrónico -28- se representa esquemáticamente tan sólo, pues sus pormenores, en esquema asímismo en la figura, pueden ajustarse a la práctica convencional, que permite elegir entre una variedad considerable de medios específicos.

En el montaje de la figura 6, utilizado por la sociedad solicitante, existen ciertas variantes de importancia en el aislador bombardeado, en comparación con las figuras anteriores. Por ejemplo, la substancia cristalina aislante es cuarzo, en vez de diamante. Otra modificación relativa a la colocación de los electrodos se aprecia mejor en la figura 8, donde se vé que presentan el aspecto de rejillas finas entrelazadas, como indican los elementos -30- y -31-. Estos electrodos pueden ser, como eran en los ensayos efectuados, láminas delgadas de otro de la forma expuesta, proyectado sobre la superficie del cuarzo. Por consiguiente, los electrodos tenían una colocación análoga a la de la figura 1, salvo la conformación específica de sus bordes opuestos y su constitución metálica; con ella se creía mejorar la conductividad del material, inducida por bombardeo y su sensibilidad a los cambios.

El contador de este invento puede emplearse dondequiera que se aplica el Geiger-Muller usual de válvula de gas para estudios de física nuclear en que hayan de medirse radiaciones radioactivas. Estos contadores de aislador sólido han operado con sólo 1 o 2 voltios a través de los elec-



5 trodos, usando el tipo de montaje de la figura 1. Esta condición de escaso voltaje sugiere inmediatamente la posibilidad de usar tales contadores en cohetes, globos sonda, etc., donde importe reducir el peso, el tamaño y el coste de la batería. La ausencia de ruptura eléctrica a gran altura es una ventaja derivada de la baja tensión con que funciona un contador según el presente invento.

10 Por su reducido tamaño, el contador de diamante puede introducirse en cavidades pequeñas para medir en ellas la radiación radioactiva. Por ejemplo, es perfectamente factible insertarlo en las cavidades del cuerpo de un animal o un ser humano para medir radiaciones y para estudios biológicos. Su pequeño tamaño le da además la ventaja de producir un bajo número de fondo por radiación dispersa.

15 Como el contador de aislador de diamante proporciona una respuesta suficientemente grande aunque se haga de dimensiones tan reducidas como lo permitan las consideraciones de orden mecánico dentro de límites razonables, sirve como instrumento eficaz de gran capacidad de resolución para indicar cambios de intensidades de radiación en el espacio al moverlo para explorar éste punto por punto. Se han empleado con éxito contadores conforme al invento en los que la superficie del diamante expuesta a las partículas alfa era sólo de 0,00254 por 0,508 cm. La anchura de 0,00254 cm. 20 suministra un poder resolutivo espacial sumamente elevado.

25 La gran densidad (esto es, la gran capacidad de absorción) del contador de diamante le hace superior al de Geiger-Mueller para medir radiaciones muy penetrantes, que al atravesar un tubo de gas pueden no perder suficiente energía para accionarlo. Esta ventaja del diamante interesa sobre todo en mediciones de focos débiles de radiación pene- 30

184577



trante.

5 El contador de aislador de diamante posee una gran rapidez de computación a causa del poco tiempo requerido para recoger electrones liberados por las partículas alfa. Un ensayo ha demostrado que este lapso de recogida es a lo sumo de 0,15 microsegundo; hay motivo para creer que puede ser de 0,01, y hasta de 0,001 microsegundo, mucho menos del correspondiente al tipo de contador de Geiger-Mueller, lo que importa especialmente al medir focos de intensa radioactividad, pues el diamante cuenta con más exactitud que el de Geiger-Mueller a velocidades grandes, y la probabilidad de contar por una sola varias partículas alfa, casi simultáneas es mucho menor en el presente tipo de contador.

15 Como el contador de diamante no necesita alojarse en un receptáculo, no son forzosas las pérdidas por absorción que originan las paredes del mismo, lo que es una ventaja, sobre todo al medir radiaciones de poco alcance. Por ejemplo, el contador de diamante puede sumergirse en un líquido dieléctrico para medir las radiaciones de una sustancia radioactiva contenida en una solución. Característica notable del contador de diamante es su sensibilidad intrínseca. Se ha observado que permite liberar un electrón por cada 10 electrón-voltios de energía de la partícula alfa. 20 En el aire, la partícula alfa gasta unos 35 electrón-voltios de energía por electrón liberado mediante ionización. Así, la sensibilidad intrínseca de este contador puede ser varias veces mayor que la del contador de ionización.

30 A fin de facilitar más aún la práctica del invento, especialmente en cuanto a la selección del aislador sólido utilizable, en lugar del de diamante, dentro del es-



184577

uni3n y un amplificador conectados en cascada entre el foco o manantial de fuerza electromotriz y el contador de pulsaciones.

5 10.- Aparato segun las reivindicaciones 1 y cualquiera de las 5 a 7, caracterizado por usarse como amplificador y comprender en combinaci3n un foco o manantial de electrones como partculas de bombardeo, electrodos montados en el aislador, un foco o manantial de potencial elctrico conectado a los electrodos para hacer circular corriente
10 entre ellos al incidir electrones en la superficie del cuerpo aislador; un foco o manantial de ondas que han de amplificarse, y medios para variar el nmero de electrones de bombardeo de acuerdo con las ondas destinadas a amplificarse.

15 11.- Aparato segun la reivindicaci3n 10, caracterizado porque los electrones de bombardeo estn obligados a seguir un trayecto prefijado, el aislador se dispone al extremo de dicho trayecto opuesto al foco de electrones, los medios para variar el nmero de electrones de bombardeo hacen variar el trayecto conforme cambian las ondas que
20 han de amplificarse, y unos rganos del circuito se acoplan a los electrodos para utilizar la onda resultante amplificada, que corresponde a las ondas que han de amplificarse.

25 12.- Aparato segun cualquiera de las reivindicaciones 10 u 11, caracterizado porque el aislador es un cristal de resistencia especifica superior a 10^8 ohm-cm., como sulfuro de zinc, haluros alcalinos (en particular cloruro potásico), 3xido de magnesio, fluoruro clcico, cuarzo, nitrato sdico, topacio, cloruro argntico, ortosa, berilo, calcita, apatita, selenita, turmalina o esmeralda.

30 13.- Aparato segun cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque los electrodos compren-

184577

184577



5 píritu del invento, se agregan las siguientes considera-
 ciones. Consideraciones teóricas podrían sugerir la con-
 veniencia de que tal aislador fuera de cristal sencillo,
 con una resistencia específica superior tal vez a 10^8 ohm-
 10 cm. y un alto grado de pureza química, sin tensión inelás-
 tica ni otros defectos del cristal. Estas consideraciones
 hacen pensar en el posible uso con este objeto de uno o
 varios de los siguientes aisladores: sulfuro de zinc, ha-
 luros alcalinos (en especial cloruro potásico), óxido de
 15 magnesio, fluoruro cálcico, cuarzo, nitrato sódico, topa-
 cio, cloruro argéntico, ortosa, berilo, calcita, apatita,
 selenita, turmalina y esmeralda, de las cuales la sociedad
 solicitante ha ensayado prácticamente el sulfuro de zinc,
 el óxido de magnesio, el fluoruro cálcico y el cuarzo.

15 Se apreciará que el invento proporciona un ins-
 trumento útil para medir una gran variedad de radiaciones
 eléctricas incidentes, que abarca desde los electrones re-
 lativamente lentos del haz de un aparato de rayos catódi-
 cos de baja tensión, a las partículas negativas rápidas de
 20 rayos beta, electrones y partículas que se emiten respecti-
 vamente a velocidades que corresponden a energías del orden
 de 500 a 5.000.000 electrón-voltios. También puede obser-
 varse que el invento es de utilidad en circunstancias muy
 diversas, pues su eficacia es grande a temperaturas ordi-
 25 narias y puede hacerse muy compacto.

-----: N O T A :-----

30 Se reivindica como objeto de esta patente:
 1.- Aparato para inducir conductividad eléctrica
 en aisladores, caracterizado por comprender un foco de par-



tículas cargadas electricamente para bombardear el cuerpo o elemento aislador, a la temperatura ordinaria.

5 2.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que las partículas de bombardeo llevan carga negativa.

3.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que las partículas de bombardeo son partículas beta.

10 4.- Aparato según la reivindicación 1, caracterizado por que las partículas de bombardeo son partículas alfa.

15 5.- Aparato según las reivindicaciones 2 o 3, caracterizado por que las partículas de carga negativa tienen energías comprendidas entre 500 y 5.000.000 de electron-voltios.

6.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por que el aislador es un cuerpo de material diamantino.

20 7.- Aparato según la reivindicación 6, caracterizado por que el diamante es un cristal en el que se produce ionización interna por partículas de bombardeo.

25 8.- Aparato según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado por la combinación de dos electrodos conductores aplicados a partes separadas de la superficie del aislador, y un circuito que conecta los electrodos y comprende un foco de fuerza electromotriz y un conmutador de pulsaciones eléctricas que puede señalar pulsaciones distintas en el circuito al bombardear el cristal con partículas cargadas.

30 9.- Aparato según la reivindicación 8, caracterizado porque el circuito comprende también un elemento de



184577

den láminas de oro semejantes a rejillas sobre una superficie común del aislador, con bordes opuestos dentados y entrelazados.

5 14.- Aparato según las reivindicaciones 10 a 13, caracterizado por variarse el trayecto prefijado mediante un par de placas conductoras, una polarizada negativamente con relación a la otra, conectándose a las placas el foco de ondas destinadas a amplificarse, para superponer sus variaciones de potencial al potencial polarizado en ellas,
10 en tanto que los electrones se proyectan hacia la placa negativa, dirigiéndolos al espacio limitado por ambas placas y se mueven según trayectos prescritos, determinados por la diferencia de potencial de las placas.

15 15.- Aparato para inducir conductividad eléctrica en aisladores.

Esta memoria consta de veinticuatro páginas, escritas por una sola cara.

BARCELONA, 20 de Marzo de 1948.

P.A.

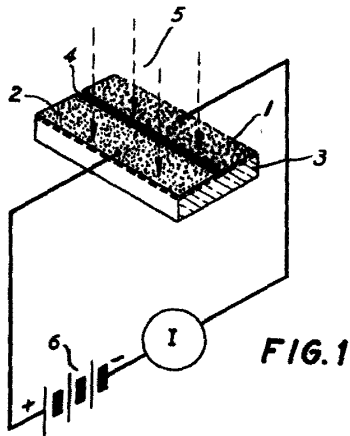


FIG. 1

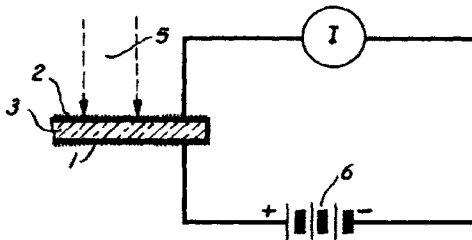


FIG. 2

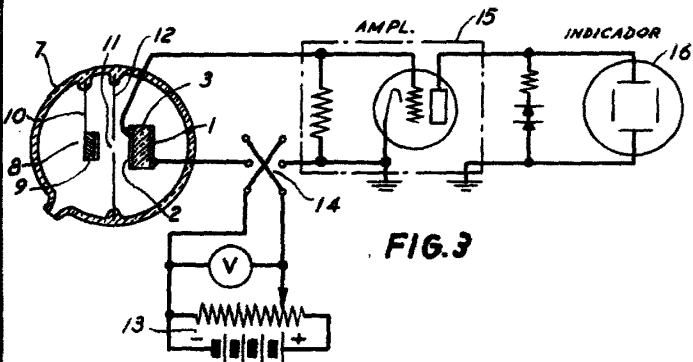


FIG. 3

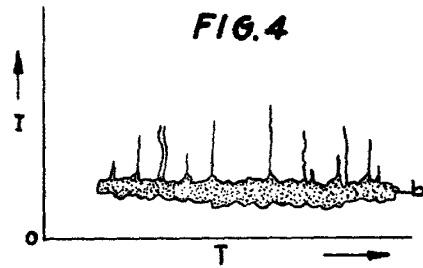


FIG. 4

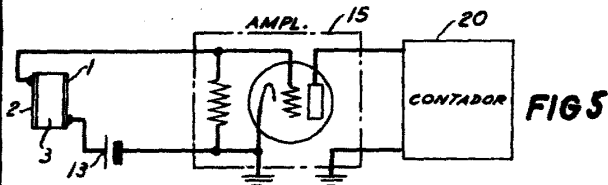


FIG. 5

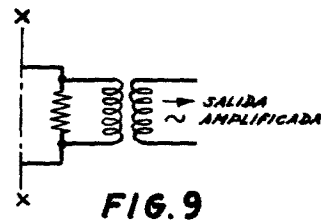


FIG. 9

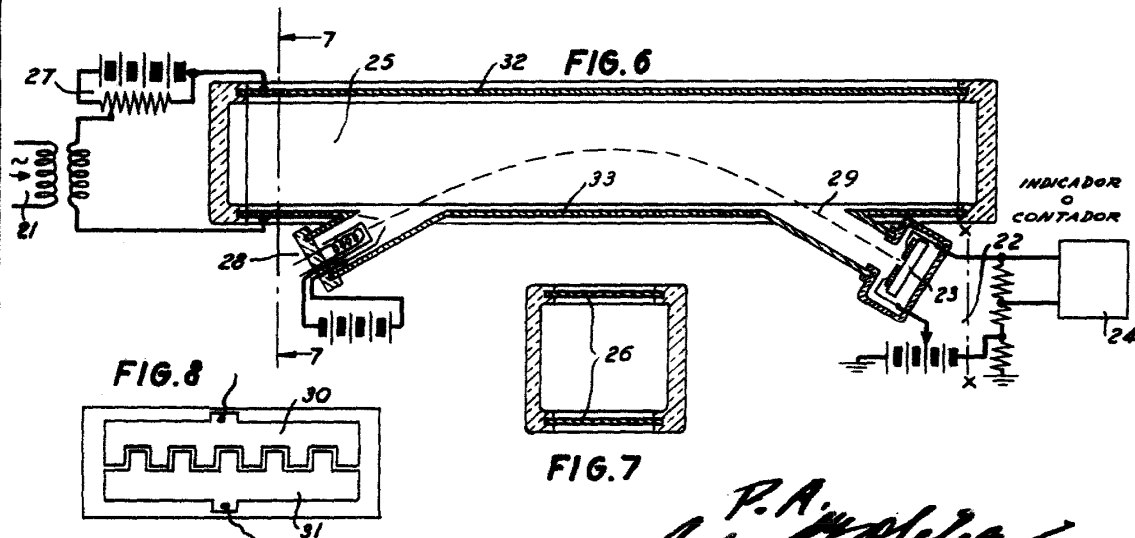


FIG. 6

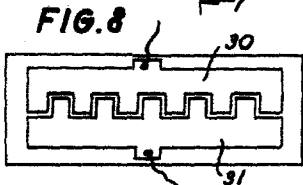


FIG. 8

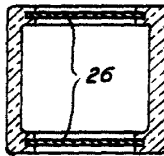


FIG. 7

P. A. ...
[Handwritten signature]