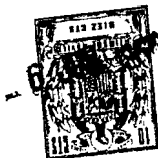


JL/pl-3278/67
C.E.A. "D.3.607-P
-Compteur de neutrons"



340694

SECCION TECNICA
ASOCIACION I.P.C.
N.º G 21
CLASE G

Memoria descriptiva

340694

para solicitar PATENTE DE INVENCION en ESPAÑA por 20 años

a nombre de COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

entidad / ~~de nacionalidad~~ francesa

con domicilio en 29, rue de la Fédération, París, Francia.

por: "UN PROCEDIMIENTO PARA EL RECuento DE LOS NEUTRONES"



El invento, debido a la colaboración del señor don Fulvio ROMANO, de la Comunidad Europea de la Energía Atómica, se refiere a los procedimientos y aparatos para el recuento de los neutrones, siendo dichos procedimientos del tipo denominado "de activación", es decir, para los cuales el flujo neutrónico se aplica a un cuerpo que tiene una sección de captura elevada, con objeto de generar radioisótopos que presentan una radioactividad β o γ la cual se mide entonces por un contador de partículas.

Tiene por finalidad, sobre todo, permitir asegurar el recuento en mejores condiciones que hasta ahora, es decir, con un mejor rendimiento, una mayor sensibilidad y eliminando del recuento toda acción parasitaria que pueda proceder, especialmente, de impulsos secundarios y de campos magnéticos dispersos, que tienen origen en numerosas aplicaciones.

Una de las aplicaciones particularmente consideradas, dentro del marco del presente invento, concierne al recuento de los neutrones en el caso en que la emisión neutrónica es relativamente débil. Este es el caso, especialmente, en las máquinas aceleradoras de iones que producen neutrones por reacción deuterio-deuterio o deuterio-tritio, especialmente las máquinas en las cuales tal reacción se produce por el caldeo de un plasma de deuterio.

En una aplicación de esta clase, la emisión neutrónica es del orden de $10^5 - 10^6$ neutrones/seg/sterad, lo que requiere pues, un procedimiento y aparatos de recuento muy sensibles y el caldeo del plasma se obtiene frecuentemente por alta frecuencia, con campos magnéticos muy elevados además para el confinamiento del plasma. De esto resulta



L. B. J. 1963

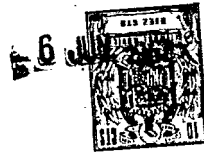
que el recuento debe poder eliminar cualquier interferencia de los impulsos parásitos y de los campos magnéticos dispersos procedentes del confinamiento.

5 El invento consiste principalmente en proceder de tal manera que la activación, bajo la acción de los neutrones a contar, se efectúe en el interior mismo de un contador del tipo Geiger o similar, en el cual uno por lo menos de los electrodos incluye una materia susceptible de ser activada por los neutrones, es decir, que tiene una
10 sección eficaz elevada de captura de los neutrones.

El procedimiento de recuento se efectúa entonces, de preferencia, de tal manera que, estando el contador colocado de manera que esté sometido a la acción de la fuente neutrónica, por ejemplo en dicho plasma, el recuento
15 tiene lugar poniendo el contador bajo tensión solamente después que la fuente ha cesado de emitir, de manera que las partículas liberadas y almacenadas durante la activación de dicha materia pueden ser contadas sin sufrir los efectos parasitarios que tienen lugar durante el funcionamiento de la fuente. No siendo éste, sin embargo, más que
20 uno de los procesos posibles.

El invento consiste, dejando aparte esta disposición principal, en otras ciertas disposiciones que se utilizan de preferencia al mismo tiempo, y de las que se
25 hablará más explícitamente después.

Persigue más particularmente ciertos modos de aplicación (especialmente aquellos para los cuales se le aplica al recuento de las emisiones neutrónicas relativamente débiles, especialmente en los plasmas), así como ciertos
30 modos de realización de dichas disposiciones; y persi-



5 gue, más particularmente todavía, y esto a título de productos industriales nuevos, los aparatos contadores de la clase en cuestión que suponen aplicación de estas mismas disposiciones, así como los elementos especiales apropiados para su establecimiento y las instalaciones que comprenden tales aparatos.

Y podrá ser de todos modos bien comprendido con ayuda del complemento de descripción que sigue, así como de los dibujos anejos, cuyos complementos y dibujos están dados, naturalmente, sobre todo a título de indicación.

10 La figura 1 de estos dibujos, muestra en corte axial un contador de neutrones establecido conforme al invento.

Las figuras 2 y 3 muestran, respectivamente en cortes axial y transversal, un contador de la misma clase establecido según otro modo de realización.

La figura 4 es un diagrama de las curvas de recuento de tal contador.

20 La figura 5, finalmente, ilustra el montaje de tal contador en un aparato de plasma, siendo dicho montaje igualmente conforme al invento.

Según el invento, y más especialmente según aquellos de sus modos de aplicación, así como aquellos modos de realización de sus diversas partes, a los cuales parece que hay que atribuir la preferencia, pues se proponen contar los neutrones emitidos por fuentes neutrónicas, en particular fuentes de intensidad relativamente débil, como es el caso, por ejemplo, considerado más arriba, de las máquinas aceleradoras de iones, que incluyen especialmente un plasma calentado, se procede como sigue o de ma-



nera análoga.

5 Se aplica a este efecto el método, generalmente conocido en su principio, denominado de activación, es decir, para el cual se reciben los neutrones en cuerpos que tienen secciones de captura de neutrones muy elevadas, dando lugar así, por la reacción (n, γ) , a isótopos beta o gamma, que son detectados entonces en contadores, generalmente contadores de betas.

10 Es conocido irradiar, a este efecto, bajo la acción de los neutrones, pequeñas plaquitas metálicas del cuerpo a activar, o pequeños soportes metálicos sobre los cuales el cuerpo a activar ha sido depositado en forma de una solución luego vaporizada. Después de la irradiación, se llevan las plaquitas, según los métodos conocidos, delante de los contadores de betas, colocados uno contra otro, 15 siendo enviados entonces los impulsos que salen de dichos contadores a un circuito electrónico que efectúa la suma de los impulsos suministrados por los dos contadores.

20 Los contadores utilizados hasta ahora eran o bien contadores G.M.(Geiger-Muller), o bien contadores o sondas de centelleo, o bien detectores con diodos semiconductores. Estos últimos son poco sensibles. En cuanto a los dos primeros, presentan, en el método empleado, el inconveniente grave de que no permiten utilizar plaquitas bastante grandes. La superficie de la plaquita a activar por 25 los neutrones, está, en efecto, limitada, o bien por la superficie de la ventana del contador G.M, o bien por la pantalla de luz en el caso de una sonda de centelleo. Es preciso señalar todavía que, si se da a las sondas de centelleo grandes dimensiones, para utilizar plaquitas-mayores, 30

340694



han de estar protegidas de la radioactividad ambiente y de la radiación cósmica por grosores de plomo importantes o bien todavía, para suprimir el ruido de fondo que resulta de esto, es preciso recurrir a medios auxiliares muy costosos.

Practicamente, si se recurre a contadores G.M., no se puede utilizar en absoluto plaquitas (por ejemplo de rodio) superiores a 28 mm de diámetro, lo que hace solamente 0,89 gr de rodio sobre una superficie de 12 cm²:

Para remediar estos inconvenientes, se procede de tal manera, conforme al invento, que la activación por los neutrones sea realizada en el interior de un contador especialmente del tipo G.M., que se puede someter directamente a la radiación de la fuente, presentando tal disposición, en particular, como ventajas:

Por una parte, dar al soporte a activar una superficie notablemente mayor, de donde se deriva una mayor sensibilidad,

por otra parte, asegurar un excelente rendimiento en el interior del contador, puesto que el cuerpo activado que contiene los isótopos beta o gamma están en el interior del contador y por consiguientes este recuento se hace casi en geometría 4 π , lo que concurre igualmente a la sensibilidad,

y, además, permitir mantener el contador en la fuente, o en la proximidad de ésta, pudiendo ser hecho el recuento, después de la activación, poniendo bajo tensión el contador, es decir, conectándolo al aparato o la cadena de recuento con el cual coopera.

Si en este momento la fuente ha cesado de emitir,

340694



se registra entonces un recuento preciso y exento de cualesquiera parásitos, y esto sin que haya habido necesidad de extraer el contador. Además, se evitan cualesquiera ruidos de fondo.

5 Para poner en práctica tal disposición, se pueden prever numerosos modos de realización, que pueden distinguirse entre sí especialmente:

10 Por la naturaleza del cuerpo a activar, es decir, de la materia de sección eficaz elevada de captura (rodio, plata, cadmio, oro, etc.),

 y por la geometría del contador, pudiendo ser adoptadas numerosas disposiciones, pudiendo ser el soporte de materia de sección eficaz de captura elevada, o bien un cátodo, o bien un ánodo, o bien los dos a la vez.

15 En lo que concierne a dicha materia, parece ventajoso, como se supondrá después, elegir el rodio, elemento, como se sabe, cuya composición isotópica natural es de 100% de Rh^{103} y que, después de la reacción de activación (n, γ) produce dos radioisótopos Rh^{104m} , el primero activo β con un periodo de dismunición de 44 seg, y el segundo activo γ con un periodo de 264 seg aproximadamente. Es el periodo breve el que es particularmente interesante, por que permite reducir el tiempo de irradiación neutrónica necesaria para la saturación. Además, la sección eficaz de Rh^{103} a los neutrones térmicos es bastante elevada, del orden de 155 barns.

25 Por lo que respecta a la geometría del contador, se han representado en las figuras 1 a 3, dos modos de realización susceptibles de ser adoptados.

30 Según el modo de realización de la figura 1, el

- 7 - 340694



contador 1 está hecho como un contador G.M., especialmente con relleno de un gas halógeno, e incluye un cátodo 2 de rodio, de un diámetro d de 1 cm, de una longitud L de 10 cm, con 1/10 mm de grosor, mientras que el ánodo 3 puede ser establecido de ferro-cromo, por ejemplo en forma de un alambre. El tamaño total en longitud puede estar limitado a 130 mm y el tamaño en diámetro a 13 mm.

Se ve, en estas condiciones, que la superficie interior del cátodo de rodio, es decir, de la superficie a activar, es del orden de 28 cm^2 , es decir, notablemente más de dos veces la superficie de la plaquita de 28 mm considerada, utilizada en el método corriente. Nada impide, por lo demás, naturalmente, utilizar tubos mayores.

Según el modo de realización de las figuras 2 y 3, se procede de modo similar, pero con ánodo y cátodo de rodio, ambos cilíndricos.

Tales contadores funcionan exactamente a la manera de los contadores Geiger. Es solamente para poner de manifiesto este funcionamiento por lo que se han representado en la figura 4 dos curvas de disminución C_1 C_2 para dos fuentes diferentes, llevando a las abscisas los tiempos en segundos, y a las ordenadas logarítmicas los impactos o impulsos en el contador.

Para cada una de estas curvas se observa, en la primera parte a, el predominio de la radioactividad del isótopo de disminución rápida Rh^{104} , y en la segunda parte b, el predominio del isótopo de disminución menos rápida Rh^{104m} . Prolongando hacia el eje de las ordenadas, en b', la parte b sustancialmente rectilínea, se obtiene la proporción de isótopos del segundo tipo en la suma de



los dos isótopos a la cual corresponde la porción de curva a, de manera que, separándola de la curva a, se puede obtener una curva a₁ correspondiente solo al isótopo Rh¹⁰⁴.

5 Así, la curva C₁ comienza a 226 impactos, mientras que el punto m correspondiente de la curva b está a 21. La curva a₁ comienza, pues, a 226 - 21 = 205 impactos.

10 La curva C₁, establecida con vistas al contraste del aparato, corresponde a una fuente de (Ra²²⁶ + Be) y la curva C₂ a una fuente de (Pu²³⁹ + Be). Se ve que la actividad en neutrones rápidos de las dos fuentes se diferencia poco, permaneniendo la geometría de la medida sustancialmente la misma, de manera que la proporción de las actividades registradas, con extrapolación a cero de las dos curvas, corresponde casi exactamente a la proporción entre las actividades en neutrones rápidos de las dos fuentes.

15 El registro de las dos curvas consideradas se ha hecho durante una medición experimental, después de una irradiación de media hora por la fuente. Se ha seguido luego, después de esta activación, la disminución radioactiva de los dos isótopos Rh¹⁰⁴ y Rh^{104m} formados, con ayuda de una cadena de recuento convencional. El contador durante la medición de disminución radioactiva estaba encerrado en un blindaje de plomo que lo protegía de la radioactividad ambiente y de la radiación cósmica.

25 Una hora después de la suspensión de la radiación del contador, este volvió a descender al nivel que tenía antes de la irradiación: lo que muestra que tal contador puede ser utilizado facilmente para varias mediciones.

30 En particular, y como ya se ha especificado más

340694



5 arriba, se puede proceder de manera que, como muestra la figura 5 relativa a mediciones de la actividad neutrónica en un plasma (representado en P con las bobinas de campo magnético en 5), el contador 1 esté colocado en el interior mismo de este conjunto, estando unido a la vez a su alimentación y a la cadena de recuento 6 por un enlace 7 con un interruptor 8.

10 Durante la marcha de la máquina, el contador no está bajo tensión, estando el interruptor 8 abierto. La materia del contador (rodio) es activada y existe almacenaje de las informaciones, es decir, formación de los isótopos.

15 Para la medición, se para la máquina, incluidos los campos AF, y se pone el contador bajo tensión: cuenta entonces los isótopos, es decir, los β , y esto:

20 sin que haya que retirar el contador, y sin que haya que temer influencia parásita, puesto que estas influencias están suprimidas por la parada de la máquina, así como por su blindaje frente al exterior,

condiciones que eran irrealizables por los métodos usuales.

25 Como consecuencia de esto, cualquiera que sea el modo de realización adoptado, se puede realizar el recuento de los neutrones por medios cuyo funcionamiento resalta suficientemente de lo que precede para que sea inútil insistir a este respecto y que presentan, con relación a los procedimientos y contadores de la clase en cuestión ya existentes, numerosas ventajas, especialmente:

30 te:

340694



la de permitir, conservando a la vez las ventajas del método por activación, aumentar considerablemente la masa del cuerpo absorbedor de neutrones, aparte de que el recuento de las β se hace en geometría 4π .

5 por lo tanto, la de permitir aumentar la sensibilidad y trabajar sobre fuentes con emisión neutrónica débil, por ejemplo del orden de $10^5 - 10^6$ neutrones/seg/sterad, como es el caso para los plasmas,

la de permitir trabajar detrás del contador, con una electrónica más sencilla, y la de una manipulación - muy sencilla.

15 Conviene señalar que se había propuesto establecer contadores proporcionales o Geiger-Müller, para detección de neutrones rápidos, con un electrodo de berilio, no teniendo nada que ver tal contador con el invento, puesto que el berilio no da lugar a activación.

20 Se había propuesto también recubrir de rodio la pared interna de una cámara de ionización de bolsillo, pero se trataba aquí de aparatos de seguridad más bien que de aparatos de medición. De todos modos, no se podía utilizar según el procedimiento descrito más arriba, que consiste en poner el aparato bajo tensión, a distancia, solamente después de la parada de la máquina emisora de neutrones.

25 Como es evidente y como ya resulta además de lo que precede, el invento no se limita en absoluto a aquellos de sus modos de aplicación, así como tampoco a aquellos modos de realización de sus diversas partes, que han sido más especialmente considerados; abarca, por el contrario, 30 todas sus variantes.

340694



La presente solicitud que corresponde a la presentada en Francia el 25 de Mayo de 1.966, bajo el núm. 62.950, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

5

- N O T A -

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

10

1.- Un procedimiento para el recuento de los neutrones, de la clase de los denominados "de activación", es decir, para los cuales el flujo neutrónico se aplica a un cuerpo que tiene una sección de captura elevada, con objeto de generar radioisótopos que presentan una radioactividad beta o gamma, la cual se mide entonces por un contador de partículas, caracterizado por el hecho de que la activación bajo la acción de los neutrones a contar se efectúa en el interior mismo de un contador, del tipo Geiger-Muller, en que uno por lo menos de los electrodos incluye una materia susceptible de ser activada por los neutrones, es decir, que tiene una sección eficaz elevada de captura de los neutrones.

15

20

2.- Un dispositivo contador para la puesta en práctica del procedimiento según la reivindicación 1, ca-



racterizado por el hecho de que uno de los electrodos está hecho de un metal activable de elevada sección de captura.

5 3.- Un dispositivo contador según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que incluye un cátodo cilíndrico que contiene la materia a activar o constituido por ésta, con un ánodo, por ejemplo, en el centro, de una materia tal como un ferrocromo u otra.

10 4.- Un dispositivo contador según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que incluye, por lo menos, dos electrodos tubulares concéntricos establecidos de dicha materia o que contienen ésta.

15 5.- Un dispositivo contador según la reivindicación 2, caracterizado por el hecho de que el metal de sección de captura elevada elegido es el rodio.

20 6.- Un procedimiento según la reivindicación 1, en relación especialmente con una máquina de emisión neutrónica débil, por ejemplo de plasma, caracterizado por el hecho de que el contador está montado y mantenido en dicha fuente o en la proximidad inmediata de ésta, sin ser puesto bajo tensión durante la activación, teniendo lugar esta puesta bajo tensión después de la parada de la máquina, permaneciendo el contador en su sitio y contando entonces los neutrones, en una cadena de recuento ad hoc.

25 7.- Un procedimiento para el recuento de los neutrones.

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

340694

6 JUN 1964



Esta Memoria consta de catorce hojas escritas
a máquina por una sola de sus caras.

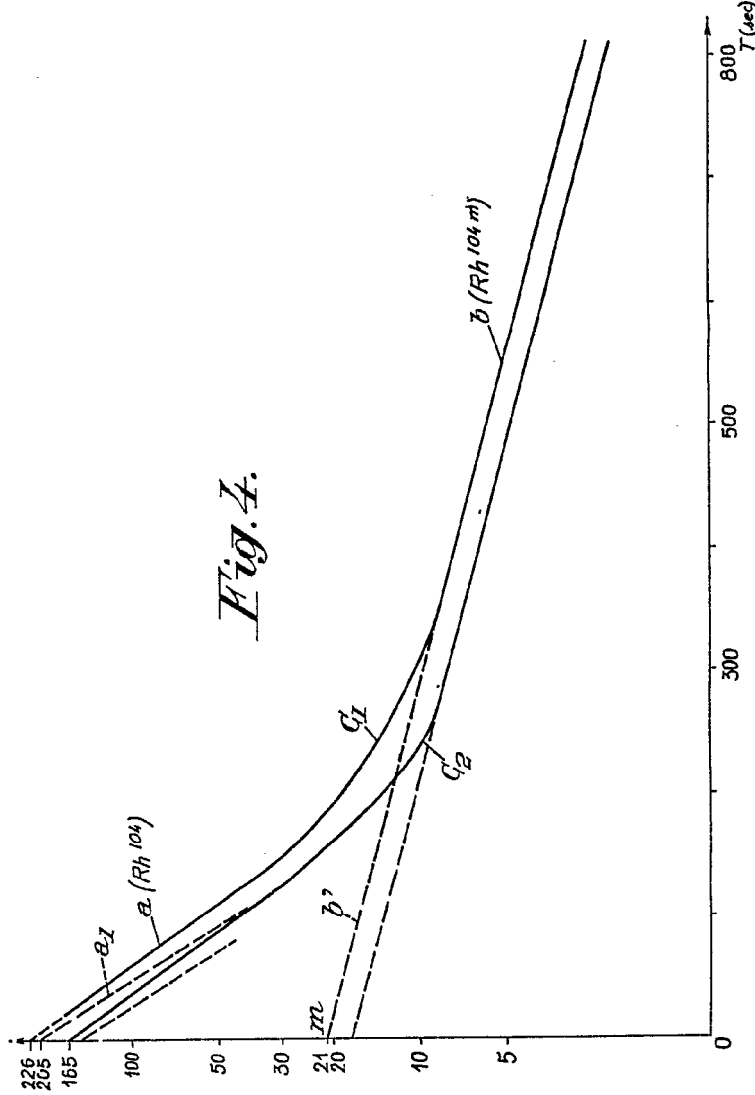
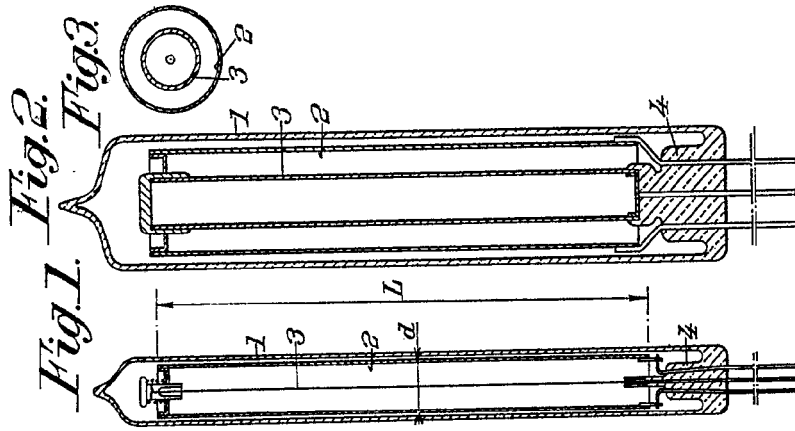
Madrid,

6 JUN 1964

P.A.

Alberto de Ezabura
Por Poder

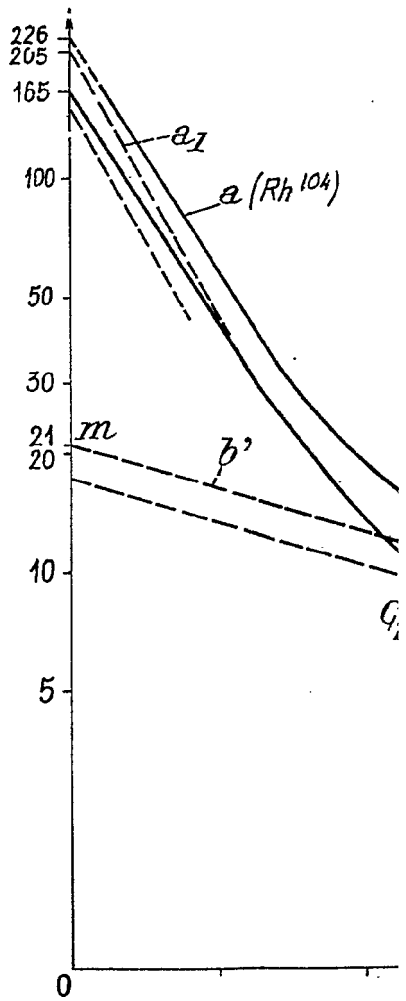
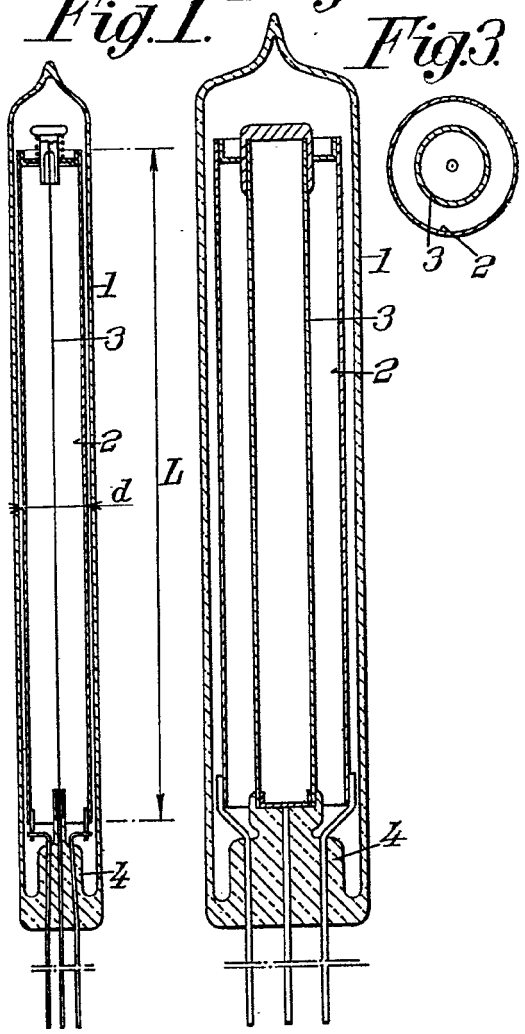
340694



Alberto de
 P. M. G. S. S.

340694

Fig.1. Fig.2.
Fig.3.



402018

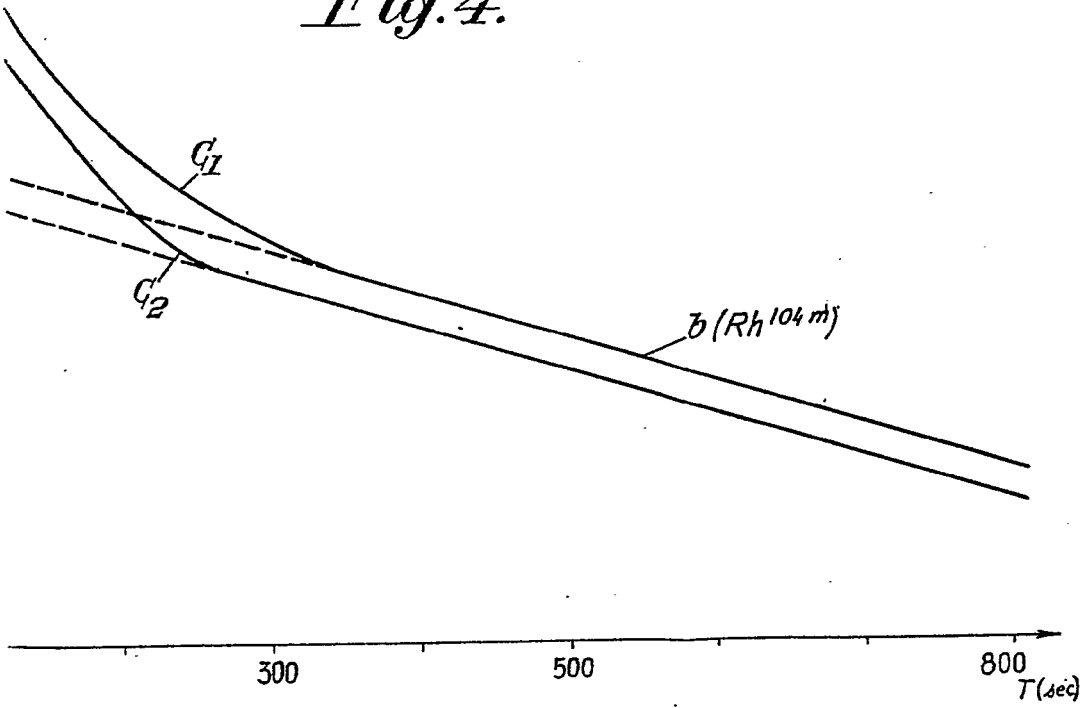
340694

2350070



Rh^{104}

Fig. 4.

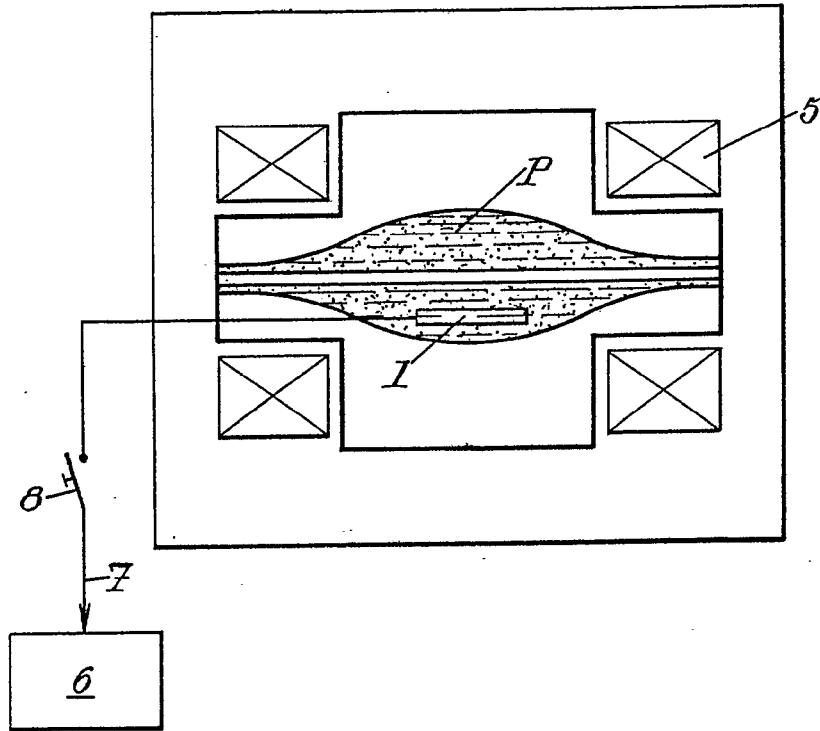


Alberto de ~~Carbone~~
Por ~~Carbone~~

340694



Fig. 5.



[Handwritten signature]