

Hay muchas maneras de detectar la radiación ionizante. La gente suele llamar “Geiger” a todos los detectores de radiación, pero esta es una denominación incorrecta. “Geiger” hace referencia al **tubo Geiger-Müller**, un tipo (de entre otros muchos) de detector de ionización de gas inventado por estos dos científicos en 1928 y cuyo funcionamiento se basa en la “descarga Geiger” producida por la radiación en un tubo lleno de un gas inerte y sometido a alta tensión.

Ionización de gas...descargas..tensiones... puede parecer complicado pero en realidad es muy sencillo. Hay dos preguntas que me han hecho en ocasiones. Una es ¿cómo medía Marie Curie la radiactividad (ver otros posts de la serie “jugando con radiactividad”) si Geiger y Muller inventaron su tubo años después? y otra es ¿tengo que comprar un Geiger para detectar radiactividad?. Pues, que sepáis que saber un poco de Física puede ser muy divertido, nos responde a esas preguntas y nos puede ayudar a reciclar algunas cosas que de otro modo irían a la basura, pero que ahora nos sirven para construir una cámara de ionización!

En palabras sencillas: la radiactividad produce fenómenos eléctricos. Se llama “radiación ionizante” por eso: a su paso por la materia produce “iones”. Estos iones son cargas eléctricas libres. Las cargas eléctricas pueden moverse en un campo eléctrico. Así, una partícula alfa produce aproximadamente 150.000 electrones a su paso por un material. Esto produce una corriente de aproximadamente 0.2 picoamperios.

Bien, si ahora construimos un condensador, que es un aparato que mantiene un campo eléctrico entre dos electrodos, tal vez estas cargas eléctricas puedan moverse en el campo. El funcionamiento básico de un condensador es que tenemos dos electrodos metálicos y entre ellos se encuentra un medio no conductor (puede ser aire). Si construimos un condensador cilíndrico, formado por un cilindro conductor externo y un alambre conductor central, al aplicarle un voltaje  $V_0$  se producirá un campo eléctrico

$$E = (1/r)[V_0/\ln(b/a)]$$

donde  $r$  es el radio y  $b$  y  $a$  son los diámetros internos del conductor externo y el interno.

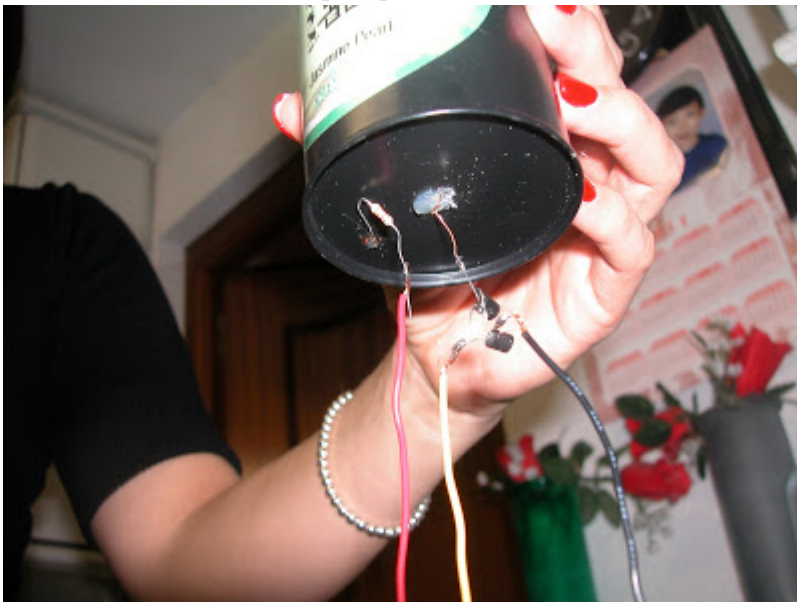
Supongamos que introducimos una partícula alfa en este campo radial, dentro del condensador. La partícula se disipará produciendo 150.000 electrones que serán dirigidos al electrodo positivo y otros 150.000 iones que se dirigirán al electrodo negativo. Si somos capaces de detectar estos 150.000 iones, tenemos un detector de radiactividad. El principio físico es fácil.

Construyámoslo:

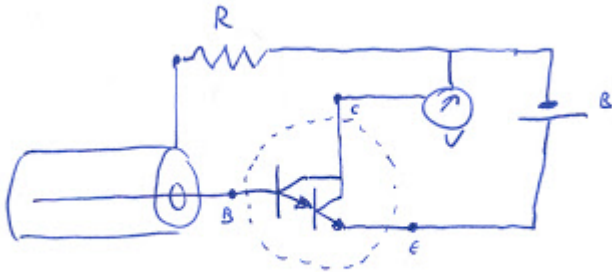
Jugando con radiactividad: Detectando radiactividad (cámara de ionización)  
a coste cero euros. | 2



Cámara de ionización cilíndrica (condensador cilíndrico) fabricada con una lata de te. La lata metálica no tiene esmaltado interno, por lo que es perfecta para este fin. Para ello se practica un orificio en la base y se introduce un alambre metálico. El alambre lo he fijado simplemente con cola termofusible, de modo que quede aislado de la lata. Ya tenemos el condensador construido.



También se raspa un poco el esmalte de la lata, de modo que podamos soldar un componente que quedará conectado a ella. Ahora montamos este circuito:



El principio es simple: dos transistores NPN montados en configuración Darlington actúan como un amplificador de corriente. Cuando una partícula de radiación entra en la lata y produce iones al ionizar el aire contenido en ella, los iones negativos se dirigen a la lata y los positivos al alambre central. Esto produce una pequeñísima corriente eléctrica que entra por la base del Darlington. Esta corriente permite el paso de una corriente unas 1000 veces mayor entre emisor y colector. La resistencia de muchos megaohmios de un multímetro digital corriente (V) hace el resto. La batería B aporta la alimentación al circuito. Según los transistores que usemos, se puede usar entre 9 y 12 voltios. La resistencia R debe ser de al menos 3 K para que el circuito funcione bien.

Creo que este es el circuito mas simple posible que se puede fabricar capaz de detectar radiactividad. Yo, como me propuse recuperar productos de desecho para que el coste fuera cero, he usado dos transistores conectados el uno al otro. Ni siquiera eran el mismo tipo de transistor y sin embargo el aparato funcionaba bien. Lo ideal es utilizar un transistor Darlington NPN.

Jugando con radiactividad: Detectando radiactividad (cámara de ionización)  
a coste cero euros. | 4



Detalle del circuito montado. La verdad es que tardé mas en calentar el soldador para soldar los componentes que en montarlo todo. El cable rojo es el positivo de la alimentación y el positivo del voltímetro, el amarillo el colector de los transistores y el negativo del voltímetro y el negro es el negativo de la alimentación.

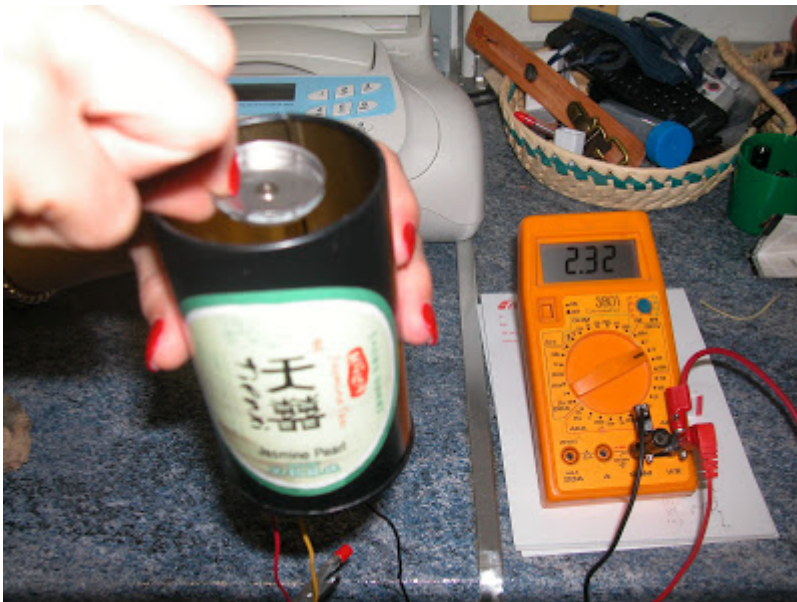
**FUNCIONA!:**



La cámara de ionización funcionando (por cierto, el te era de los mejores tes verdes que he probado nunca). Tras unos segundos, la lectura queda estabilizada en unos 20 milivoltios con una alimentación de 12 voltios.



Probando un mineral radiactivo: una brannerita de Sierra Albarrana. la lectura sube a unos 540 milivoltios. Cada 10 milivoltios equivalen aproximadamente a unos 200000 electrones generados en el interior de la lata.



Usando una fuente de 1 microcurio de americio-241, un poderoso emisor alfa. La lectura sube hasta superar los 2 voltios.

El circuito tiene muchísimos problemas, naturalmente, por su sencillez extrema. Es poco sensible, siendo sensible sobre todo a emisores alfa introducidos casi dentro de la lata. Los emisores gamma producen un efecto curioso que no puedo explicar del todo. La lectura es inestable y muy sensible a

la temperatura, con lo que cambiando algo tan simple como dónde haces el experimento, los datos cambian. También es sensible a pérdidas y campos externos, por lo que un apantallamiento del circuito y de la boca de la lata mejoraría la sensibilidad.

Pero se demuestra que a coste cero y con una construcción altamente improvisada y chapucera, en plan Equipo A, se puede fabricar un detector de ionización gaseosa: las partículas radiactivas ionizan el aire y los iones son recogidos y amplificados.

A ver si alguien se anima a intentarlo y a mejorar el diseño y la circuitería para pasar de un prototipo que muestra el principio de funcionamiento a un aparato realmente útil. A partir de aquí es cuando dejamos de lado la Física y el papel protagonista lo toma la Electrónica.

Este pequeño aparato se basa en un principio de funcionamiento en el que luego se basaron Geiger y Müller y en el que se basaron Marie y Pierre Curie para fabricar sus instrumentos de medida. En aquella época aun no se había descubierto el transistor, por lo que usaron otro método de medida de la corriente producida en la cámara...pero esto lo dejamos [para otro post.](#)