

## Un simple generador Van de Graaff

En los proyectos que mostramos en esta misma revista virtual hicimos aparatos que toman el alto voltaje de un aparato de televisión. Ahora construiremos un diminuto aparato que puede generar hasta 12 000 voltios a partir de una lata de soda y una banda de goma (liga). Este aparato se llama Van de Graaff , se lo puede encontrar en los museos de ciencia porque puede dar hasta 500 000 voltios o más. El nuestro es más modesto pero puede producir chispas de unos 2 centímetros de longitud, aunque el amperaje (la corriente) es muy poca, por lo que el aparato, con sus 12 000 voltios no es peligroso. Produce electricidad estática. Materiales que necesitas

- Una lata vacía de soda
- un pequeño clavo
- Una liga (banda de goma) grande de 1 o 2 cm de ancho y de 6 a 10 cm de largo
- Un fusible de unos 5x20 milímetros
- Un pequeño motor de corriente continua (de un juguete)
- Un vaso de plastoform (o de papel parafinado)
- Pegamento instantáneo
- Dos cables de unos 15 cm de longitud
- Dos piezas de tubo de tubería plástica de 3/4 de pulgada PVC de 5 o 7 cm de longitud
- Acople de 3/4 de PVC
- Un conector T de 3/4 PVC
- Cinta adhesiva
- Un bloque de madera

Tanto material! No te preocupes, da una mirada a las fotos y te darás cuenta de lo simple que es fabricar el aparato. Iniciaremos por la parte de abajo.

Lo primero que hay que hacer es cortar una pieza de 5 a 7 centímetros de un tubo de 3/4 de pulgada de PVC y se lo encola a una base de madera. Esta pieza sujetará el generador y nos permitirá quitar con facilidad así como reemplazar a la banda de goma (liga) o hacer ajustes.



El conector T de PVC sujetará el pequeño motor. Para sujetar al motor es mejor envolver alrededor algo de cinta aislante. Se puede dejar el eje tal como está, pero es mejor ponerle algo de cinta aislante o un tubito de plástico para que actúe como polea para la banda de

goma. Luego perforamos un agujero a un lado del conector T de PVC justo debajo de la polea del motor. Este agujero se usará para sujetar el "cepillo" inferior que es simplemente cable pelado en un extremo y que está *casi tocando* la banda de goma en la polea. Como se ve en la foto, el cable pelado se sujeta en su lugar con cinta adhesiva o pegamento. Se coloca la banda de goma en la polea y se deja que cuelgue del conector T. Ahora, cortamos unos 8 a 10 cm de tubo de 3/4 de PVC. Este irá sobre el conector T, con la banda de goma en el interior. Usamos un clavito para sujetar la banda de goma. El largo del tubo debe ser de la misma longitud que la banda de goma. Esta no debe estar muy estirada porque la fricción evitará que el motor gire.

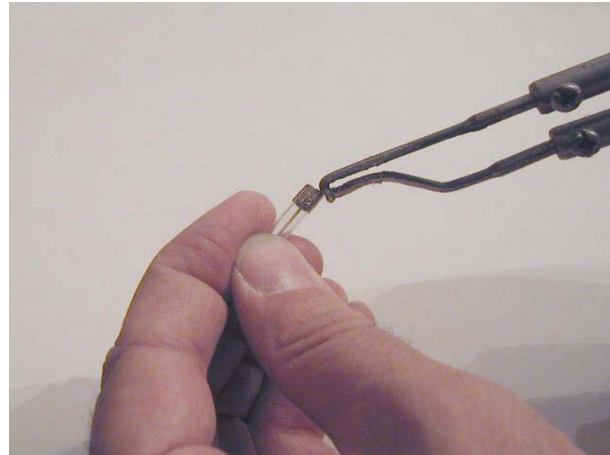
Cortamos el vaso de plastoform desde la base, dejando unos 2.5cm y cortamos un agujero del mismo diámetro que el tubo en la base y al medio. Introducimos el tubo PVC por este agujero.

Luego perforamos tres agujeros en el acople de PVC. Dos de estos tienen que estar en lugares opuestos porque sujetarán el clavito que actuará de eje para la banda de goma. El tercer agujero se encuentra entre los otros dos y sujetará el "cepillo" superior, el que, al igual que el de abajo se encuentra tan cerca que "casi" toca a la goma. El cepillo superior se sujeta al tubo de unión de PVC y el acople se pone en el tubo de 3/4 sobre el soporte de vaso de plastoform. La banda de goma se jala por el acople y se lo sostiene en su lugar con el clavo. Se pela el cable y se le da unas vueltas para que los alambritos no se separen mucho. El otro extremo del cable se sujeta dentro de la lata de soda para que esté eléctricamente conectado al "cepillo".

Necesitamos un pequeño tubo de vidrio que funcione como pulea de baja fricción y como complemento "triboeléctrico" de la banda de goma, ambos nos servirán para generar electricidad estática por fricción. El vidrio y la goma son muy buenos generadores de electricidad. El tubo se consigue de un fisible eléctrico. Los extremos metálicos se quitan con un soldador.  
*Guarden las tapitas de metal...los usaremos para otro proyecto!*



El tubito de vidrio no tiene imperfecciones y no se romperá fácilmente. El siguiente paso es un poco difícil: metemos el clavito por uno de los agujeros en el tubo, luego se introduce el tubito de vidrio, después la banda de goma que debe estar sobre el tubito de vidrio y finalmente metemos el clavito en el orificio del frente. La banda de goma debe girar sobre el tubito de vidrio y este girar sobre el clavito.



Ahora encolamos la base del vasito en el tubo de PVC. Es mejor usar silicona caliente para que ayude a que esté estable. Ahora ya podemos usar una lata de soda, estas se usan porque no tienen esquinas, lo cual minimiza la "descarga de corona". Con una cuchilla, corta un agujero en la base de la lata. Con el mismo borde del corte en la base, se hace sujetar el cable pelado del "cepillo" y se presiona la lata hasta que toque el vaso cortado. Finalmente, soldamos unos cables al motor para las pilas. Se pueden usar un par de pilas, o una batería de 9 voltios. Pero la batería hace girar demasiado rápido al motor y se rompe el tubo de vidrio, aunque el voltaje obtenido es más alto. Para hacer funcionar el Van de Graaff conecta las pilas. Si los "cepillos" están muy cerca, pero sin tocar a la banda de goma, sentirás una chispa que sale de la lata de soda al acercar el dedo. Es buena idea sujetar con la otra mano el cable de abajo, del cepillo inferior.



Se puede usar este aparato junto a las campanas de Franklin que se ve en esta misma revista.

## Cómo funciona?

Seguramente que, alguna vez, frotaste un globo en tu cabello, luego lo pegaste a la pared. Si nunca lo haz hecho inténtalo! El generador Van de Graaff usa este mismo truco, así como otros dos para generar el alto voltaje necesario para producir una chispa.

### El primer truco

Cuando el globo hizo contacto con tu cabello, las moléculas de goma tocaron las moléculas de cabello. Al tocarse, las moléculas de goma atraen electrones de las moléculas del cabello. Al apartar el globo del cabello, algunos de esos electrones se quedan en el globo, dándole una carga negativa. Los electrones extra en el globo repelen a los electrones de la pared empujándoles de la superficie. La superficie de la pared se queda con una carga positiva, porque hay menos electrones que cuando era neutra. La pared con carga positiva atrae al globo negativo con fuerza suficiente como para mantenerlo pegado contra sí. Si seleccionamos materiales y los frotamos unos con los otros, podemos encontrar cuales se quedan con carga negativa y cuales con carga positiva. Podemos tomar estos objetos en

pares y colocarlos en una lista; del más positivo al más negativo. Esta lista se llama *La Série Triboeléctrica*. El prefijo *Tribo-* significa "frotar".

## La Serie triboeléctrica

Los Más positivos  
(en este extremo pierden electrones)

- asbesto
- pelo de conejo
- vidrio
- cabello
- nylon
- lana
- seda
- papel
- algodón
- goma dura
- goma sintética
- poliéster
- plastofom
- orlon
- saran
- poliuretano
- polietileno
- polipropileno
- Cloruro de Polivinilo (tubo PVC)
- teflon
- goma de silicona

Los Más negativos

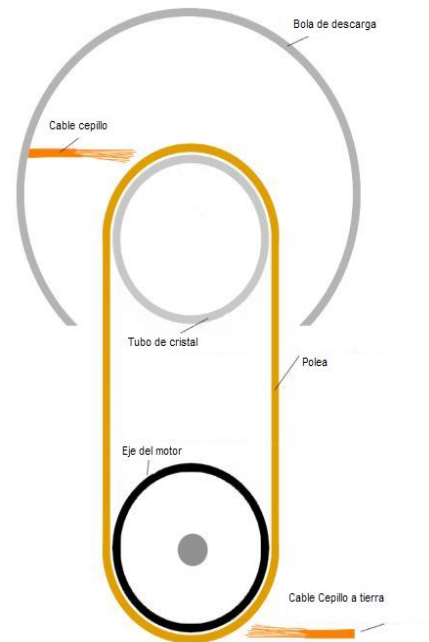
(en este extremo roban electrones)

Nuestro Van de Graaff usa un tubo de vidrio y una banda de goma. Esta roba electrones del tubo de vidrio, dejándolo con carga positiva, mientras que la goma se queda con carga negativa.

En este dibujo se puede ver claramente la banda de goma las poleas y los "cepillos" en ambos extremos, arriba y abajo.

## El segundo truco

La carga triboeléctrica es el primer truco. El segundo está en los cepillos de alambre. Cuando se acerca un metal a un objeto cargado, éste hace que los electrones en el metal se muevan. Si el objeto tiene carga positiva jala los electrones, si tiene carga negativa los empuja. Los electrones tienen carga negativa. Como cargas iguales se repelen y los electrones tienen todos igual carga, siempre tratan de estar lo más alejados posibles los



unos de los otros. Si el objeto de metal tiene una punta, los electrones en ésta son empujados por el resto de los electrones en el resto del objeto. Entonces en una punta hay muchos electrones empujados desde el metal, pero ninguno empujando desde el aire. Si hay suficientes electrones en el metal, estos pueden empujar a otros electrones hacia el aire. Los electrones aterrizan en las moléculas del aire dándole una carga negativa. El aire cargado negativamente es repelido del metal cargado negativamente y un viento con carga negativa sopla desde el metal. Se llama a esto "descarga de corona" porque se puede observar una luz en forma de corona. Lo mismo pasa a la inversa si el metal tiene muy pocos electrones (si tiene carga positiva). En la punta, todas las cargas positivas en el metal jalan todos los electrones dejándolo muy cargado. Las moléculas de aire que llegan a la punta pierden electrones por la punta positiva. Las moléculas de aire son ahora positivas y son repelidas por el metal con la misma carga.

## El Tercer truco

Luego de aprender este último truco podremos entender el funcionamiento del generador. Dijimos que todos los electrones tienen la misma carga y tratan de alejarse unos de otros tanto como sea posible. El tercer truco usa la lata de soda para tomar ventaja de esto. Si le damos a la lata una carga de electrones, estos tratarán de estar lo más alejados unos de otros como sea posible. Esto tiene el efecto de que todos los electrones se van al exterior de la lata. Cualquier electrón en el interior sentirá el empuje de los otros y se moverá. Los electrones en el exterior sienten el empuje de la lata, pero no del aire que no tiene carga. Esto significa que si ponemos electrones en el interior de la lata, serán jalados al exterior. Podemos meter tantos electrones como queramos al interior de la lata, todos se irán al exterior.

## Entonces cómo funciona el VDG?

Funciona haciendo trabajar los tres trucos que hemos visto. El motor hace girar la goma. Esta va alrededor del vidrio y le roba electrones. La banda de goma es más grande que el tubo de vidrio. Los electrones robados del vidrio se distribuyen por toda la banda de goma. La carga positiva del vidrio atrae electrones del cable en el cepillo superior. Estos electrones cargan el aire saliendo de los puntas del cepillo. El aire es repelido por el cable y atraído al vidrio. Pero el aire cargado no puede llegar al vidrio, porque la banda de goma se interpone. El aire cargado llega a la goma y le transfieren electrones. La banda de goma llega al cepillo de abajo. Los electrones en la goma empujan los electrones del cable. Los electrones del cable son alejados y se van a tierra o a la persona que está agarrando el cable. Las puntas del cepillo inferior son ahora positivas y ellas jalan a los electrones de cualquier molécula de aire que las toque. Estas moléculas positivamente cargadas son repelidas por el cable con la misma carga y son atraídas por los electrones de la goma. Cuando llegan a ésta, recoge de nuevo sus electrones y la goma y el aire pierden su carga. La banda de goma está ahora lista para robar más electrones del tubo de vidrio. El cepillo de arriba está conectado a la lata de soda. Tiene carga positiva y atrae electrones de la lata, las cargas positivas de la lata se alejan unas de otras. Se transfieren electrones de la lata de soda hacia tierra, usando la banda de goma para esto. En poco tiempo la lata de soda pierde tantos electrones que se vuelve 12 000 voltios más positivo que la conexión a tierra. Si la lata fuese más grande se llegaría a un voltaje más alto. El Aire se *ioniza* en un campo eléctrico de unos 50 000 voltios por centímetro. El aire ionizado conduce la electricidad como un cable. Se puede ver el aire ionizado conduciendo electricidad cuando se calienta tanto que emite luz, en este caso le llamamos chispa eléctrica.

## Trucos con el Van de Graaf

Una de las cosas interesantes para ver con el VDG es cómo las cargas iguales se repelen. Tomamos papel de servilleta y cortamos tiras de este liviano papel. Encolamos con cinta adhesiva los extremos y luego sujetamos al generador Van de Graaf. Se verá como si la lata de soda tuviera cabello. Al encender el Van de Graaff , notamos que las tiras de papel adquieren la misma carga y se repelen las unas con las otras. Las tiras se paran como los pelos en la espalda de un gato. Si tenemos un compañero con el cabello muy delgado, podemos pedirle que se suba a un banco de plástico y toque el generador VDG, al instante su cabello se parará.

