

# Diseño y construcción de un generador de Van der Graaff para demostraciones de electrostática en el aula

**Integrantes del grupo:** Fernando Ares Robledo, Irene Garbajosa Suárez, Carlos A. López Rodríguez, Carlos Plaza Castro.

**Titulación y curso:** Grado de Física (1<sup>er</sup> curso)

El físico Robert J. Van der Graaff (1901-1967), realizó cuantiosos trabajos relacionados con la física nuclear y desarrolló generadores electrostáticos de muy alto voltaje ( $10^6$  V) para el estudio de las partículas atómicas que aún a día de hoy se emplean para acelerar partículas en determinados aceleradores. Para nuestro proyecto **hemos versionado el primero que diseñó en 1929 en el Instituto de Tecnología de Massachusetts.**

## *Funcionamiento*

**El generador Van der Graaff (VdG) es una máquina que almacena carga eléctrica ( $10^{-6}$  C) en una esfera conductora hueca, gracias a la generación de carga estática provocada por la fricción de una banda de goma aislante sobre unos rodillos de diferentes materiales dieléctricos (efecto triboeléctrico). Con este dispositivo se pueden alcanzar fácilmente voltajes del orden de  $10^5$  o  $10^6$  V**

En primer lugar, el motor realiza el trabajo de mover el rodillo (nylon) de la parte inferior que fricciona con la cinta y, al estar hecho de materiales diferentes, se carga positivamente. Las cargas positivas del rodillo atraen a los electrones de los extremos del peine conductor inferior que está conectado a tierra, en él tiene lugar la ruptura dieléctrica. Sin embargo, en su camino se encuentran con la cinta, depositándose en su superficie. Al carecer de movilidad en un medio aislante, son desplazadas por la banda hacia el rodillo superior que está cargado negativamente (teflón) al haber friccionado también con la banda de goma. Al ser de la misma carga, son repelidas hacia otro peine conductor que está dentro de la esfera hueca y en contacto eléctrico con ella. Como es una situación electrostática, las cargas se situarán en la superficie de la esfera conductora. Los peines que se colocan cerca de la superficie de la cinta, a la altura de su eje, producen un intenso campo eléctrico entre la punta del peine y la superficie del cilindro correspondiente. La intensidad del campo eléctrico es tal que las moléculas de aire en el espacio entre ambos elementos se ionizan, creando un puente conductor por el que circulan las cargas desde la punta metálica hacia la cinta (efecto punta). (Ver esquema adjunto al final del documento).

## *Nuestro generador*

El diseño de nuestro generador estaba **condicionado por una serie de retos impuestos por el profesor:** debía **alcanzar un mínimo de 300 kV**, ser **fácilmente desmontable** para su mantenimiento y que tuviera unas **dimensiones adecuadas** que permitieran su traslado a las diferentes aulas donde se fuera a emplear en la docencia.

Por lo tanto, además de todos los componentes ordinarios (motor, dos rodillos de materiales distintos, cinta transportadora, soporte cilíndrico hueco en el que está contenida la banda, esfera metálica y peines), **consta de varias implementaciones que consideramos ventajosas e innovadoras.**

**El conjunto de poleas interno**, con los rodillos de nylon y de teflón y una cinta elástica transportadora tensa, **está sujeto y fijo mediante un sistema desmontable.** Este sirve para el mantenimiento de la máquina (ya que la cinta elástica se desgasta al ser atacada químicamente por el ozono provocado por las descargas eléctricas de alta tensión) y para un manejo más cómodo de la misma.

Este también se compone de **la esfera que, unida al tubo del generador mediante una bisagra,** facilitará las labores de mantenimiento y **será de gran utilidad en enseñanza, ya que se podrá mostrar todo el entramado que forma el generador.**

El sistema desmontable tiene dos rodamientos fabricados por nosotros con tornillos, tuercas y otra pieza de metal. Para evitar la pérdida de cargas por descarga de corona que se produciría al ser todos ellos conductores, los hemos aislado con tapones aislantes reciclados.

Para conseguir un mejor giro de los rodillos (y por lo tanto, un mayor aprovechamiento del VdG), hicimos un **sistema de poleas entre el motor y el rodillo inferior**, formado por dos poleas y una goma tensa que hace de transmisión. Una polea está unida al motor y la otra al rodillo inferior, entre ellas se encuentran unidas por la goma tensa. Una vez el motor comienza a funcionar (ayudado por un condensador) gira este mecanismo que rota al otro conjunto de poleas formado por los rodillos e iniciando todo el funcionamiento de la máquina.

Este generador es de corriente constante, en él cambia la intensidad de corriente dependiendo de los aparatos que se conecten. Nosotros **hemos colocado un potenciómetro que nos permitirá regular esta intensidad ya que creemos que puede ser útil para distintas demostraciones en el aula, especialmente para evitar dolor innecesario en experimentos que usan el cuerpo humano.**

De su proceso de fabricación también nos parece interesante destacar que **los rodillos están hechos a medida con forma de barrilete autocentrante para evitar el movimiento de la cinta y maximizar la superficie en contacto con la cinta.**

Recordemos que **el propósito principal de nuestro generador es su aplicación al ámbito educativo**, a lo que está destinada alguna de sus implementaciones, ya que **resulta muy visual en numerosos experimentos de distintos aspectos de la física. Creemos que así favorecerá el proceso de aprendizaje de los alumnos al hacerlo más ameno y observable.** Sin embargo, es un instrumento muy versátil y, por tanto, eficaz en diversas funciones. **Además de poder llevar a cabo experimentos de física nuclear y de partículas, el generador puede ser usado en el campo de la medicina, para producir rayos X, en la industria alimentaria, para esterilizar los alimentos, en el estudio de materiales, en la detección de drogas, explosivos, y otros materiales en el cuerpo humano, aceleradores de partículas, etc.**

