



Formas cualitativa y cuantitativa de detectar carga eléctrica, para el desarrollo de prácticas de electrostática

Ramón Osorio Galicia, Cesar Rueda Angeles, Pedro Guzmán Tinajero, Angel Rueda Angeles, Natalia Ochoa Márquez

RESUMEN

En el estudio de las carreras de Ingeniería es muy importante conocer la parte cualitativa y la cuantitativa de los fenómenos que se analizan. En las diferentes carreras de Ingeniería que se ofrecen en la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, la asignatura de Electromagnetismo aparece como una materia en ciencias básicas. En específico se trata el tema de carga eléctrica, hasta hace algunos años no se tenían equipos para su medición y solamente se mostraban efectos cualitativos, dando como resultados que el alumno no se familiarizara con las magnitudes y se llevaban la idea de que cuando veían o sentían una descarga eléctrica, era una carga con gran magnitud, aunque en la teoría se especificaba que eran cargas pequeñas alrededor de las micros, nanos o picos coulomb. En la práctica actual de carga eléctrica al alumno se le enseña cómo utilizar los diferentes electroscopios con lo que pueden comprobar cualitativamente la existencia de carga eléctrica y apoyándose con la tabla triboeléctrica el signo de la carga. La adquisición de la interfaz ha permitido realizar un experimento cuantitativo en donde el alumno puede conocer el valor de la carga y el signo de esta. Es importante que el alumno conozca la magnitud y el signo para que más adelante la relacione con la Intensidad de Corriente Eléctrica.

ABSTRACT

In the study of Engineering careers it is important to know the qualitative and the quantity part of the phenomena that are analyzed. In the different Engineering careers offered at Facultad de Estudios Superiores Cuautitlan, the electromagnetism subject appears as a basic sciences subject. Specifically, the issue is about electric charge, until a few years ago there were no equipment for its measurement and only qualitative effects were shown, this causes the student do not get familiar with the magnitudes, and they got the idea that what they saw or felt an electric charge, it was a charge with a huge

magnitude, although in the theory specified when it is a low charge it is measure with μC , nC , pC .

In the current Electric Charge's practice, the student is taught how to use the different electroscopes which they can quantitatively verify the existence of electric charge and supporting the sign with the Triboelectric table. The acquisition of the interface has allowed to carry out a quantitative experiment where the student can know the value of the charge and its sign. It is important that the student knows the magnitude and the sign so that he can later relate it to the Electric Current Intensity.

Palabras claves: Carga, interfaz, sensor, electroestática.

INTRODUCCIÓN

En las carreras de ingeniería las asignaturas de ciencia básica son fundamentales como materias propedéuticas para las asignaturas de ciencia de la ingeniería e ingeniería aplicada. En la mayoría de los programas de estudio de las ingenierías se incluyen la asignatura de Electromagnetismo, materia teórico- práctica

Para su estudio el electromagnetismo se divide en electricidad y magnetismo.

La electricidad se divide a su vez en electrostática y electrodinámica. Electroestática se refiere al estudio de las cargas considerando éstas en reposo. Las cargas eléctricas elementales más estables (electrones y protones) tienen magnitudes muy pequeñas por lo que medirlas es complicado, la magnitud de la carga elemental es de $1.60217653 \times 10^{-19} \text{ C}$ (Sears-Zemansky, 718, 2020). Los alumnos resuelven problemas dando por hecho valores de carga que no son entendibles, pero si pueden observar sus efectos macroscópicos; como la atracción o repulsión entre objetos, la inducción eléctrica que se logra con el cabello cuando se acerca a un cuerpo cargado, entre otras muchas aplicaciones. Siendo importante medir la magnitud y el signo de la carga por medio de un medidor, para que el fenómeno no quede nada más en la parte cualitativa y se vuelva un fenómeno tangible.

* UNAM, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Departamento de Física, Dr. Ramón Osorio Galicia rosoriog@unam.mx, Ing. Cesar Rueda Angeles ruedaa@comunidad.unam.mx, Dr. Pedro Guzmán Tinajero pguzmant@cuautitlan.unam.mx, Ing. Angel Rueda Angeles raa_rueda@comunidad.unam.mx, Natalia Ochoa Márquez natmuller98@gmail.com





DESARROLLO

En la actualidad en el departamento de Física de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, se ofrece para las diferentes carreras de Ingeniería la asignatura de Electricidad y Magnetismo (electromagnetismo), materia teórico-práctica.

En la parte experimental se cuenta con un manual de 10 prácticas que cubren los temas principales que marca el temario de la asignatura. Dentro del manual se contempla la práctica de carga eléctrica.

Hace algunos años, se utilizaba frotar la seda y el vidrio que servía como patrón para detectar el signo de la carga, en donde el vidrio adquiría carga positiva y la seda carga negativa y así se podía conocer el signo de la carga a través de su efecto de repulsión o atracción.

Posteriormente se utilizó el detector de carga llamado electroscopio de láminas figura 1. Nos indica que existe carga, pero no la magnitud ni el signo, ya que es indiferente al tipo de carga de que se trate, al transmitir o inducir carga a las láminas estas se van a separar.



Figura 1. Electroscopio de Láminas

También se empleaban un electroscopio de aguja figura 2, al acercar o tocar la parte superior con un cuerpo previamente cargado, se distribuye la carga entre el cuerpo y la aguja y hace que se separen. De igual forma que el electroscopio de laminas nos indica la existencia de carga, pero no el tipo de carga ni su magnitud.



Figura 2. Electroscopio de punta

Actualmente se cuenta con una tabla triboeléctrica figura 3, la cual nos indica el signo de la carga que adquiere un elemento al frotarlo con otro elemento diferente, por ejemplo, al frotar un paño de seda con un tubo de PVC; utilizando la tabla podemos concluir que la seda adquiere una carga positiva y el tubo de PVC una carga negativa. Lo que complementa al uso de los electroscopios.

Aire
Piel (seca)
Piel de conejo
Vidrio
Cabello humano
Mica
Nylon
Lana
Piel de gato
Plomo
Seda
Aluminio
Papel
Algodón
Acero
Madera
Lucita
Ámbar
Globo de goma
Caucho duro
Níquel
Cobre
Plata
Oro, platino
Poliéster
Poliestireno
Acrílico
Envoltura de plástico
Poliuretano
Polietileno
Polipropileno
PVC
Teflón
Hule o caucho de silicón

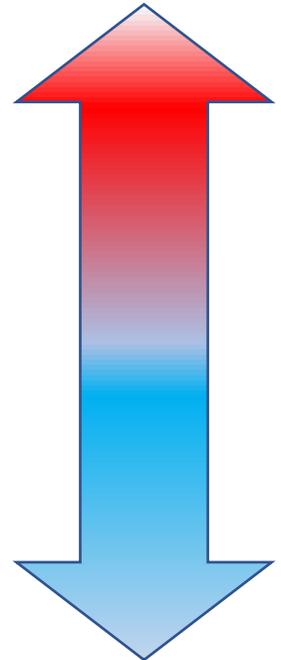


Figura 3. Tabla triboeléctrica



El electroscopio electrónico es un dispositivo formado por un bulbo (válvula electrónica) o por transistor para detectar el signo de la carga figura 4, se transmite la carga o se induce y el dispositivo encenderá de un diodo emisor de luz (LED), si se enciende el LED verde era positiva la carga y si enciende el rojo era carga negativa.

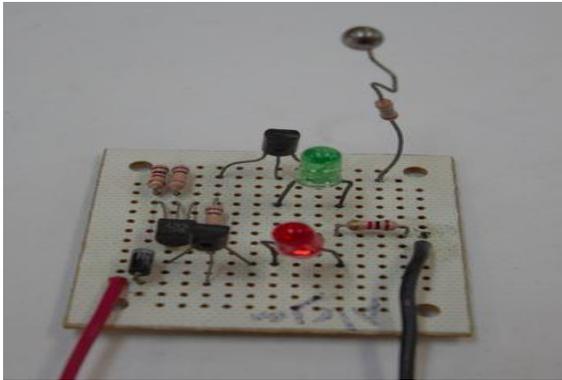


Figura 4. Electroscopio electrónico

Actualmente se utiliza un electrómetro marca Pasco figura 5, que a partir de un capacitor cilíndrico y un galvanómetro se puede obtener la magnitud de la carga y dependiendo la dirección del desplazamiento del fiel se obtiene el signo.



Figura 5. Electrómetro Pasco cambiar

También se mide la carga eléctrica, utilizando un sistema conformado por una interfaz Pasco, sensor de carga, jaula de Faraday y software Casptone figura 6. Se basa en el principio de la relación para capacitores ecuación 1.

$$C = q/V \quad (1)$$



figura 6. Medición de carga eléctrica por medio de Interfaz y sensor.

Se introduce el cuerpo cargado dentro de los cilindros y a partir de un medidor digital se obtiene la magnitud de la carga y el signo.

RESULTADOS

Para la utilización del electroscopio de láminas, se frota piel de conejo con un tubo de PVC y se acerca al electroscopio de láminas, como se muestra en la figura 7. Se observa como las laminas se separan indicando que existe una carga eléctrica. Por medio de la tabla triboeléctrica figura 3, obtenemos el signo de la carga.

Piel de conejo se cargó “Positivamente”
Barra de PVC se cargó “Negativamente”



Figura 7. Detección de carga con el electroscopio de láminas.

Para la utilización del electroscopio de punta figura 8, se frota la barra de PVC con piel de conejo al acercarse la barra de PVC al detector de carga se separa la guja indicando la existencia de carga. Apoyándose en la tabla triboeléctrica obtenemos:



Piel de conejo: Se cargó “positivamente”
Barra de PVC: Se cargó “negativamente”



Figura 8. Electroscopio de punta

Para la utilización del electroscopio electrónico figura 9, se frota la barra de vidrio con piel de conejo al acercar la barra de vidrio al detector de carga, el Led rojo encendió, lo que indica la existencia de carga eléctrica negativa y que la carga en la piel de conejo es positiva.

Piel de conejo: Se cargó “positivamente”
Barra de vidrio: Se cargó “negativamente”

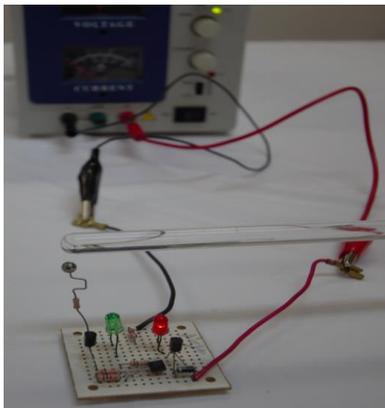


Figura 9. Detección de carga con Electroscopio electrónico.

Para detectar y medir la carga utilizamos el electrómetro de Pasco y una jaula de Faraday figura 10. Se frota una barra de lucita y piel de conejo, se introduce la barra de lucita y el electrómetro marca en la caratula un voltaje. Para el signo se

observa el desplazamiento del fiel. Para este caso se desplazó hacia la izquierda indicando que la carga de la barra de lucita es negativa.



Figura 10. Electrómetro Pasco

Para obtener el valor de la carga se utiliza la ecuación 2.

$$q=V*1.60217653 \times 10^{-19} \quad (2)$$

Para este caso el voltaje medido $V=3$

$$q=4.80652959 \times 10^{-19} \text{ C}$$

Actualmente para conocer la carga y el signo de un cuerpo cargado, se utiliza la Interfaz con el software Capstone juntamente con un sensor de carga y una jaula de Faraday figura 11. Se carga un cuerpo por cualquier método y se introduce el cuerpo en la jaula de Faraday, El resultado se puede mostrar a través de un medidor digital, analógico, tabla o gráfica.

Para este caso se froto la barra PVC y cabello humano, se introdujo la barra de vidrio y se obtuvo el valor figura 11.

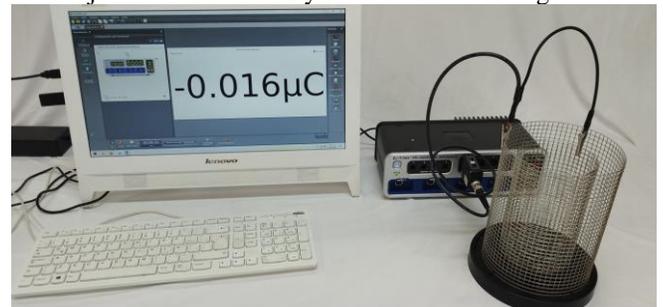


Figura 11. Detección de carga por medio de interfaz.



NOMENCLATURA

C = Capacitancia.

q = Carga eléctrica.

V = Diferencia de potencial.

REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFÍA

1. Serway, Raymond A. y Jewett. John W. (2019). *Física para ciencias e ingeniería 2*, Décima edición. CENGAGE, México.
2. Sears, Zemansky (2018) *Física Universitaria Volumen 2*, Décima segunda edición. Addison – Wesley.
3. PASCO. (2019). Sensor. Noviembre 20, 2019, de PASCO Sitio web:
<https://www.pasco.com/products/sensors>
4. PASCO. (2019). PASCO Capstone Download. noviembre 20, 2019, de PASCO Sitio web:
<https://www.pasco.com/downloads/capstone>.
5. PASCO. (2019). 850 Universal Interface. noviembre 20, 2019, de PASCO Sitio web:
<https://www.pasco.com/products/interfaces-and-dataloggers/UI-5000>.
6. sergiotecnoedu. (2012). DataStudio de Pasco: ¿cómo usar este software por primera vez? febrero 19, 2020, de Youtube Sitio web:
<https://youtu.be/1XWZSEs8Lt8>

INFORMACIÓN ACADÉMICA

Ramón Osorio Galicia: Ingeniero Mecánico Electricista, egresado de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM
Maestro en Ingeniería Metal Mecánica egresado de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán. UNAM
Doctorado en Educación egresado de la Universidad de Cuautitlán Izcalli.

Rueda Angeles Ángel: Ingeniero Mecánico Electricista, egresado de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán de la UNAM.

Rueda Angeles César: Ingeniero Mecánico Electricista, egresado de la Facultad de Ingeniería UNAM.

Guzmán Tinajero Pedro: Ingeniero Mecánico Electricista egresado de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán UNAM.
Maestría en Administración Industrial egresado de la UNAM.
Doctorado en gestión Tecnológica e Innovación egresado de la Universidad Autónoma de Querétaro.

Natalia Ochoa Márquez, Estudiante de Ingeniería en Telecomunicaciones, Sistemas y Electrónica.
FES Cuautitlán, Octavo semestre.

