

Propuesta didáctica de las campanas de Franklin



L. Castro-A¹, L. F. Isasi-S.¹, L. M. Lozano-C.¹, J. C. Campos-G.²,
C. Figueroa-N.³, M. E. Molinar-T.⁴

¹Universidad de Sonora, Unidad Regional Sur. División de Ciencias e Ingeniería, Depto. de Física, Matemáticas e Ingeniería. Av. Lázaro Cárdenas No. 100, Col Francisco Villa, Navojoa Sonora, México.

²Universidad de Sonora, Campus Cajeme, División de Ciencias Biológicas y de la Salud, Cd. Obregón, Sonora, México.

³Universidad de Sonora, Unidad Regional Centro, División de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Industrial, Hermosillo, Sonora, México.

⁴Comisión Nacional del Agua, Organismo de Cuenca Noroeste, Hermosillo, Sonora, México.

E-mail: lcastro@navojoa.uson.mx

(Recibido el 25 de octubre de 2014, aceptado el 28 de febrero de 2015)

Resumen

Un proyecto novedoso en el laboratorio de ciencias, y de alto riesgo, son las campanas de Franklin; es decir; descargas eléctricas de alto voltaje y corriente casi nulas. Inicialmente se publica en la literatura un Prototipo haciendo uso como fuente de alto voltaje, las cargas eléctricas producidas sobre una pantalla de un televisor, estas fueron concentradas en una lámina de aluminio de 20 x 30 cm adherida a la pantalla. El sistema consta de un esfera metálica atada a un hilo, que pende de un soporte aislante situado entre dos latas metálicas A y B, una de las cuales ésta conectada a la lámina de aluminio y recibe las descargas eléctricas, y la otra está conectada a tierra para su descarga. Su funcionamiento es sencillo: a la descarga del televisor sobre la lata A, hay una polarización de la esfera y la atracción hacia la lata, seguida de un proceso de transferencia y equilibrio de cargas y la repulsión hacia la placa B, para transferir una parte y su descarga final a tierra. El proceso carga-transferencia y descarga, produce el campaneó de la esfera al choque con las latas, Sin embargo dicho prototipo no resulta muy práctico y seguro para fines educativos en nuestros laboratorios.

En este trabajo se propone un prototipo de madera que utiliza un circuito sencillo y dos pilas de 1.5 Volts que producen descargas de 600 Volts con una corriente pequeña, suficiente para demostrar los efectos originales, y con un menor riesgo. Para el diseño del circuito, se realizaron cálculos para determinar la corriente y el voltaje utilizando el software Multisim.

Palabras clave: Campanas de Franklin, Campos electricos, Circuitos.

Abstract

A new project in the science lab and with a high risk, are the Franklin bells; i.e. electric discharges of high voltage and nearly null current. Initially is reported in literature a prototype that uses as a voltage source, the electric charges produced on the television screen, such charges were concentrated in an aluminum lamina of 20 x 30 cm adhered to the screen. The system consists of a metallic sphere attached to a thread, which hangs from an insulating support located between two metal cans A and B, one of which is connected to the aluminum lamina and receives the electric discharges, the other can is grounded. Its operation is simple: at the discharge of the television on the can A, there is a polarization of the sphere and the attraction into the can, followed by a process of transferring and equilibrium of charges, and the repulsion toward the can B, transferring a part of charge and a final discharge to ground. The process of charge and transference produces a chime when the sphere hits the cans. However the prototype is not very practical and secure for educative proposals in our labs. Because of this we proposed in our work a prototype that uses a simple circuit and two batteries of 1.5 Volts which produces discharges of 600 Volts and a low current, the prototype allows us to show the original effects with a minor risk. In the design of the circuit some calculations of current and voltage were performed using the software Multisim.

Keywords: Franklin bells, Electric field, Circuit.

PACS: 01.40.E-, 01.40.gb

ISSN 1870-9095

I. INTRODUCCIÓN

Las campanas de Franklin (CF) fueron creadas por Benjamín Franklin en el siglo XVIII, y cuyo objetivo general en la detección del campo eléctrico producido por una descarga eléctrica generado por una nube, y crear un sonido [1, 2, 3, 4]. Consta de un par de campanas situadas a

una distancia d , y una esfera conductora entre ellas que produce el campaneó, y su funcionamiento se da cuando una de ellas recibe la descarga eléctrica, y la otra tiene la función de conducirla a tierra. Así, cuando una nube pasa cargada eléctricamente, por encima del dispositivo y produce la descarga sobre la campana A, se presenta físicamente la separación de cargas de la esfera conductora y su atracción

coulombiana, seguida de la transferencia y equilibrio de cargas campana-esfera [1].

Después, la repulsión que la conduce a la campana B donde transfiriere-equilibra su carga la cual es conducida por la campana a tierra.

Este proceso produce físicamente el campaneo y ruido de

los choques de la esfera metálica con las campanas con lo cual se observa la detección de grandes descargas eléctricas de las nubes en el trabajo presentado originalmente por Franklin.

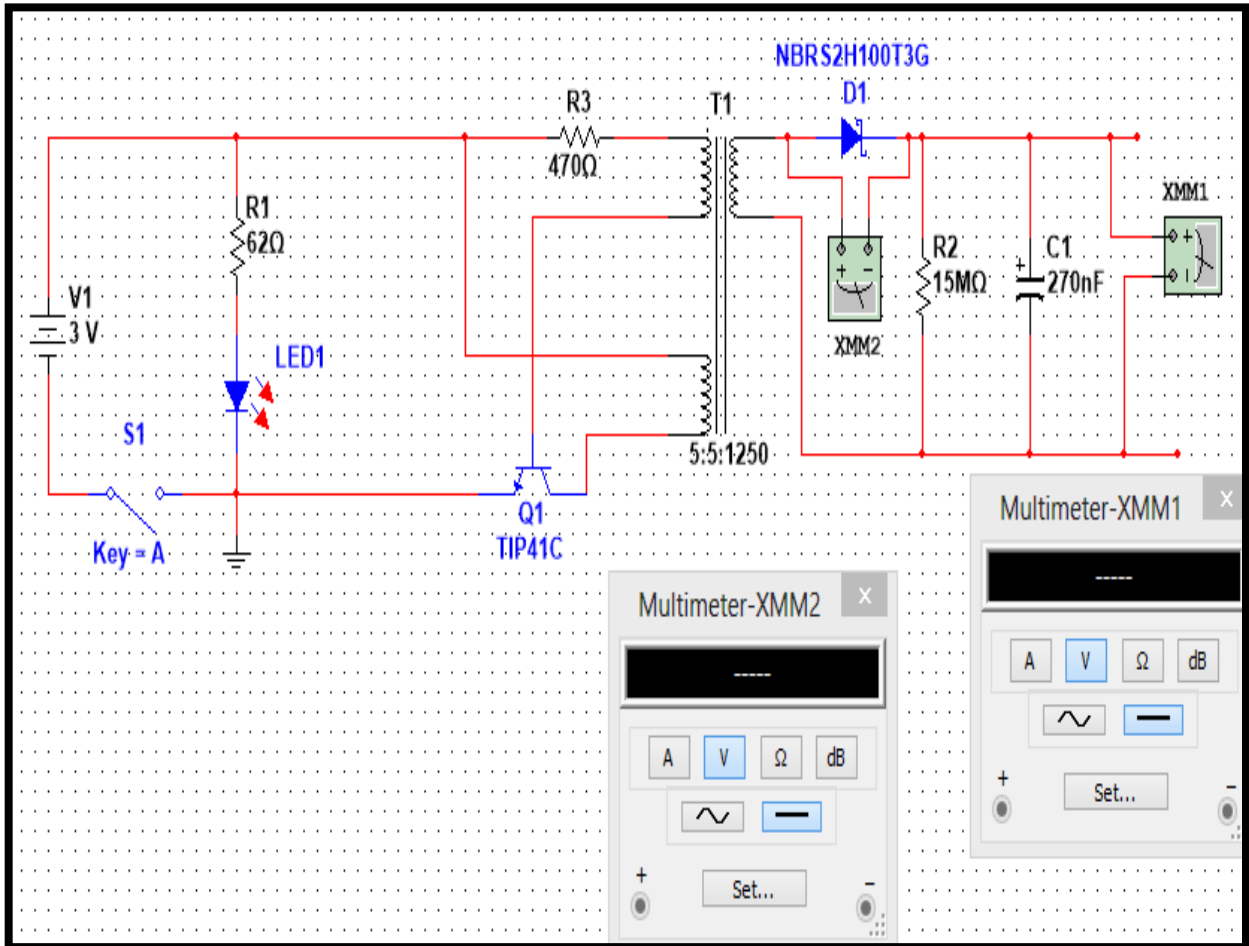


FIGURA 1. La imagen muestra el circuito simulado y abierto el cual no se encuentra energizado, y se ve claramente los niveles de voltaje nulo o cero en la salida derecha del circuito.

La motivación para desarrollar este trabajo fue debido al diseño riesgoso utilizado en algunas instituciones educativas para mostrar los efectos eléctricos a través de un sistema [1, 2, 3, 4]: pantalla de televisión, hoja de aluminio, y dos latas de igual material, siendo este dispositivo calificado de alto grado de peligrosidad [8] al trabajar con nuestros estudiantes en un laboratorio de Ciencias Físicas.

En el modelo que se propone de las CF, se sustituyó al capacitor formado por el papel aluminio y la pantalla de TV por un circuito eléctrico que es capaz de elevar el voltaje y reducir la corriente casi a cero. Este utiliza dos pilas de 1.5 volts y produce descargas discretas de 600 volts, siendo suficientes para demostrar el efecto electrostático propuesto por Franklin y que no sea de alto riesgo. Para el cálculo y

diseño del circuito eléctrico, se hace uso de las bondades del software multisim.

Este circuito se conecta a un par de placas de aluminio que tienen colocadas entre sí una bolita de unicel forrada de aluminio.

El funcionamiento de las CF depende inicialmente de la descarga del circuito sobre la placa 1, que la esfera conductora sea polarizada y atraída por ésta, a la cual le transmite la mitad de su carga eléctrica, y produciendo la repulsión y salida hacia la placa 2, a la cual le transfirió de esta forma la mitad de su carga; siendo de nuevo repelida, y atraída por la placa 1, la cual en ese momento recibe una nueva descarga del circuito e inicio de un nuevo ciclo de carga-descarga entre las placas, y así la esfera experimente un movimiento armónico continuo y de campaneo entre las placas.

Una ventaja de este nuevo diseño de CF, es que reduce el riesgo durante su uso al realizar actividades en el laboratorio de ciencias, ya que, las cargas electrostáticas se depositan en las placas, y son muy localizadas dentro del sistema. Aunque sí podría producir daños de quemadura a un estudiante al tocar las placas simultáneamente, o al acercar algún dispositivo electrónico o sistema inflamable a las placas durante su funcionamiento.

Cuando se realizan estudios sobre efectos electrostáticos en condiciones controladas se puede mejorar el estado de seguridad de los recursos humanos, así, como el funcionamiento de los equipos electrónicos, eléctricos y manejo de materiales peligrosos, que al contacto con campos eléctricos puede tener efectos desastrosos.

El desarrollo del presente trabajo se describe en el contenido en la sub sección I.A, donde se describe el diagrama del circuito eléctrico mediante el cual se obtiene calculan las descargas eléctricas que son la fuente de energía al prototipo.

En la sub sección I.B, se presente una descripción del proceso físico carga-descarga. En la sección II, se describen los materiales y métodos que fueron utilizados para el desarrollo del de este proyecto.

En la sub sección II.A, se muestra explícitamente el procedimiento llevado a cabo en la construcción del prototipo. Finalmente, en la última sección se presentan las conclusiones del trabajo.

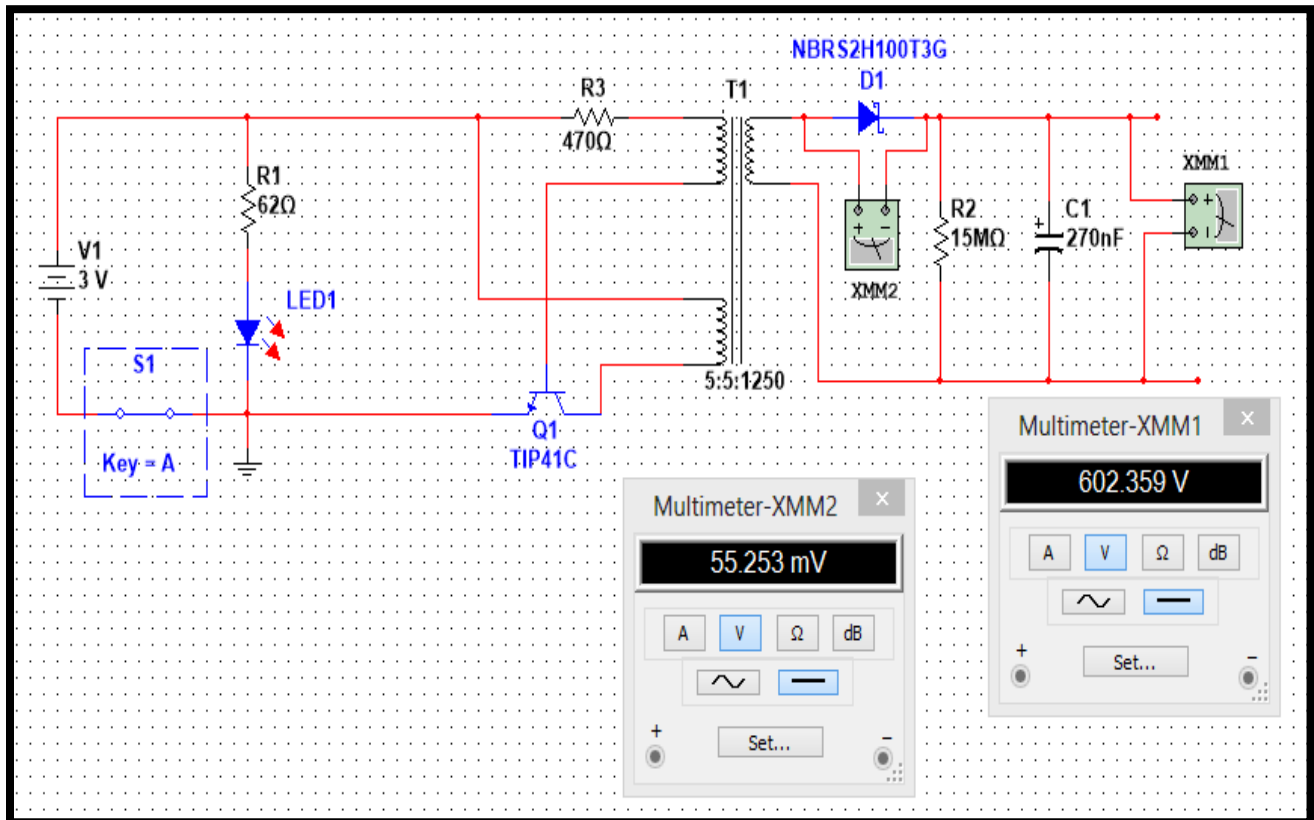


FIGURA 2. En esta imagen se muestra el circuito cerrado, con alimentación de 3 volts de CD en el extremo izquierdo, se obtiene un voltaje terminal en el lado derecho donde está el medidor XMM1 de 602.359 voltios y una corriente de 55.253 mA.

I.A Circuito eléctrico para descargas eléctricas

El presente modelo propuesto de las CF utiliza un circuito, el cual permite asegurar un alto voltaje y una corriente casi nula, se aprovecha un sistema- software simulador de circuitos electrónicos (multisim) para su diseño.

En las Figuras (1, 2) se muestra el sistema calculado en este software, lo cual obtiene 602.359 volts de salida con una alimentación de 3 volts de CD.

I.B Proceso físico de carga-descarga

La fuerza electrostática creada por un campo eléctrico es utilizada para mover un péndulo que golpea dos placas metálicas. En la Figura 3, se presenta el sistema.

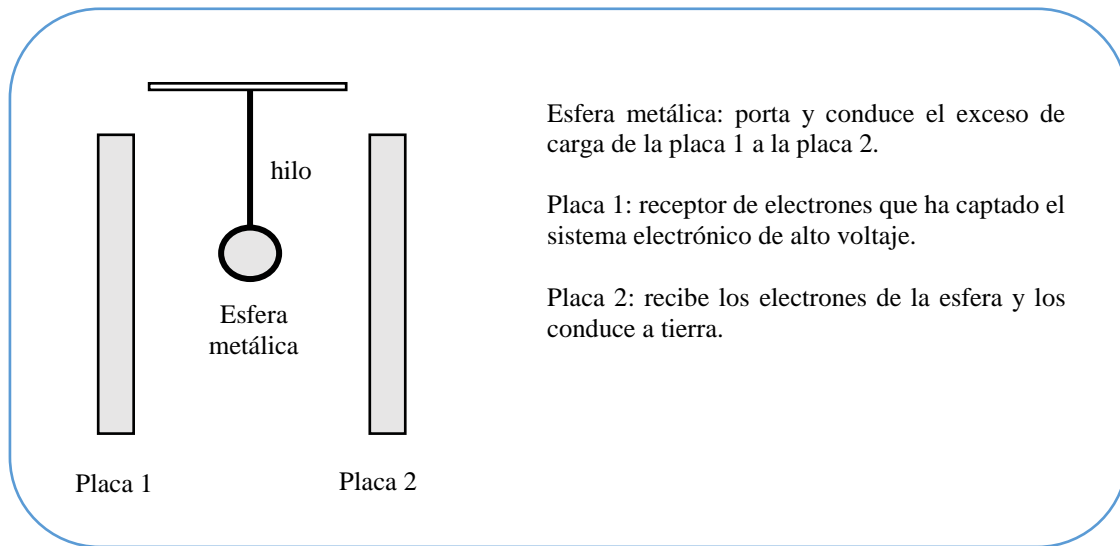
En este sistema se da prácticamente el proceso de transferencia de electrones de la descarga producida inicialmente en la placa 1, y conducida por la esfera hasta la placa 2 quien la conduce a tierra física. A continuación se describe en las Figuras 4a, 4b, 4c y 4d el proceso mismo a través de los siguientes pasos:

1. El circuito produce una descarga de alto voltaje sobre la

- Placa 1, adquiriendo una carga negativa. Por lo tanto, la esfera metálica se polariza y es atraída electrostáticamente por la placa 1.
- Se da un proceso de transferencia de carga negativa de la placa 1 a la esfera, hasta alcanzar el equilibrio. En este estado, tienen igual carga negativa, y la repulsión de la esfera es dirigida hacia la placa 2.
- Proceso de descarga de la esfera con carga negativa a la

placa 2, hasta alcanzar el equilibrio. La placa 2 conduce la carga eléctrica a Tierra.

- Llegan al equilibrio de cargas negativas de la esfera con la placa 2, provocando una repulsión. Entonces la esfera es redirigida hacia la placa 1.
- La esfera impacta en placa 1, de nuevo existe un intercambio de energía, y repulsión respectivamente, para que el proceso se repita.



Esfera metálica: porta y conduce el exceso de carga de la placa 1 a la placa 2.

Placa 1: receptor de electrones que ha captado el sistema electrónico de alto voltaje.

Placa 2: recibe los electrones de la esfera y los conduce a tierra.

FIGURA 3. Sistema físico usado para explicar el funcionamiento del sistema propuesto equivalente a las campanas de Franklin, mediante el cual se desarrolla este trabajo. Consta de dos placas metálicas de aluminio y un péndulo con una esfera de unícel forrada de papel de aluminio.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

II.A Procedimiento

- Hacer una base de madera con las especificaciones que se encuentran al finalizar este documento (carpintero).
- Cortar dos placas de aluminio de 18 cm. de largo por 3.5 de ancho. Realizar a cada placa un doblado de 1.5 cm. en lo largo y dos orificios en la parte doblada (opción: herrero).
- Diseñar el circuito electrónico.
- Verificar la posición del LED, realizar con mucho cuidado este paso para no dañar la tarjeta electrónica.
- Introducir las placas por las ranuras y asegurarlas con tornillos de 1/2 pulgada.
- Aislar el LED con cinta, y pegarlo con silicón al igual que el botón. Soldar con los cables correspondientes el botón y LED cuidando la posición de este.
- Cerrar el circuito, pegarlo con silicón y asegurarlo con cinta.
- Los cables RCA que salen del circuito pegarlos por la orilla de la caja y hacer un nudo a la entrada de cada orificio, seguido de esto pasar los cables por los orificios. (seguridad de que no puedan ser dañados por jalarlos fuerte).
- Cortar dos cables de RCA de 10 cm. de largo y pelar las puntas. Desenroscar un conector (hembra), luego soldar el cable con conector RCA con ayuda del cautín. Después asegurarlos con silicón en los orificios correspondientes de la base de madera. Repetir este paso para el otro conector (hembra). Por último, soldar un cable a una placa de aluminio.
- Los cables que salen del circuito pero que ya pasaron anteriormente hacia arriba. Cortarlos a una distancia necesaria para poder ser conectados, luego desenroscar el conector RCA (macho) pasar el capuchón por el cable, seguido esto soldar el cable con el conector y cerrarlo. Repetir este paso con el otro cable y conector.
- Pasar el hilo (no conductor) por en medio de la bolita de unícel con ayuda de una aguja. Luego forrar la bolita de unícel con papel aluminio. Centrar la armella en el arco de la madera, una vez hecho esto sujetar el hilo a la armella de tal manera que la bolita quede en el centro de las placas de aluminio.

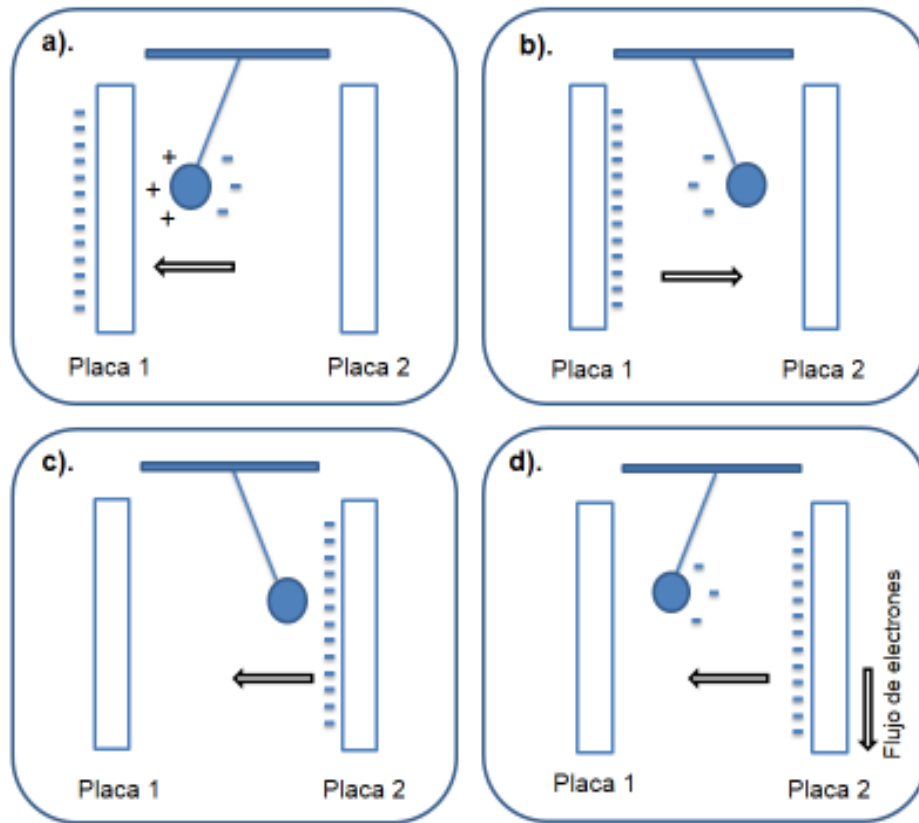


FIGURA 4. Etapas del proceso de carga-descarga de las campanas de Franklin: a) descarga de alto voltaje en la placa 1, polarizando a la esfera metálica y la atrae. b) transferencia-equilibrio de carga para finalizar en una fuerza repulsiva c) descarga-equilibrio de carga terminando en la repulsión de la esfera d) descarga a tierra de la placa 2, y surge una nueva descarga en placa 1.

III. CONCLUSIONES

Explicar los conceptos básicos de electricidad en el salón de clase, es importante por la gran cantidad de aplicaciones en el campo de ciencias e ingeniería, es por eso que en este trabajo se ha desarrollado un propuesta de modelo para las “campanas de Franklin” en una forma más compacta, buena calidad, funcional y sin riesgos durante su uso y sobre todo de bajo costo. Ahora, estaremos en posibilidades de que cualquier institución educativa pueda adquirirlo como material didáctico. La investigación se debe dirigir aplicando este modelo en la industria, y de ser posible poder utilizar la energía que se

descarga; en diversos procesos y maquinaria en el campo industrial.

En el salón de clase, el análisis del circuito de descarga, puede conducirse variándose los voltajes y corrientes de descarga, así como la física del sistema en sí. La corriente eléctrica, voltaje, área de carga, capacitancia, campo eléctrico y fuerza de Coulomb son algunos de los parámetros que se podrían considera en la exposición de este prototipo.

Por otra parte, actualmente se está trabajando en la mejora del diseño del modelo y en la búsqueda de otras posibles aplicaciones del mismo en el campo industrial.

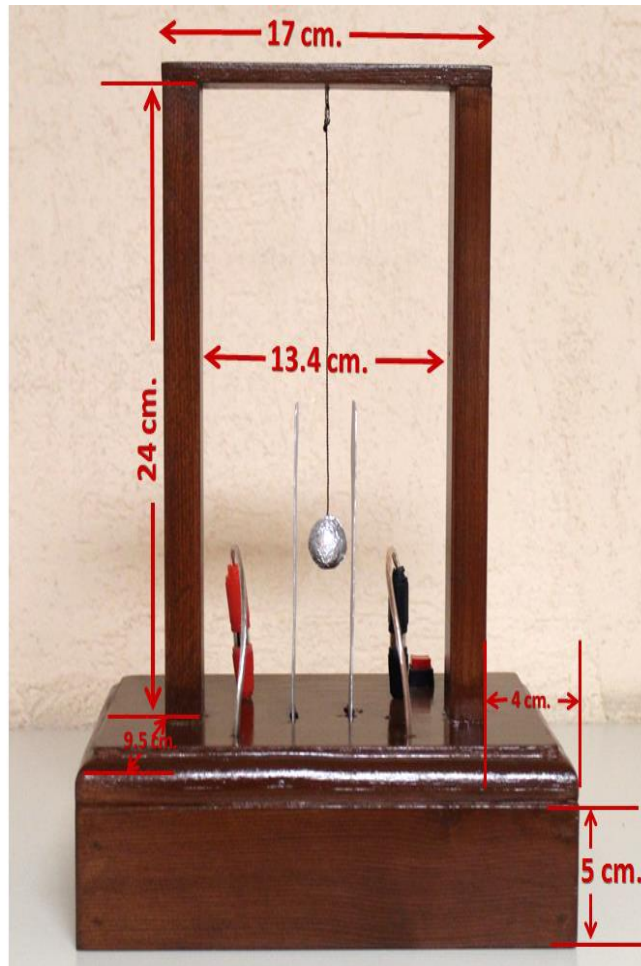


FIGURA 5. Modelo propuesto del prototipo de las campanas de Franklin el cual permite mostrar los efectos electrostáticos y de transferencia de carga en un Laboratorio de Ciencias.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la DES “Ciencia e Ingeniería” de la URS para la realización de este trabajo, y el cual fue realizado con apoyo del proyecto Interno URS-13-PI07.

REFERENCIAS

- [1] Resnick, R., Halliday, D. & Krane, K. S., *Física*, 25ª Ed. (CECSA, México, 2004).
- [2] Cogdell, J. R., *Fundamentos de circuitos eléctricos*, (Pearson-Prentice Hall, México, 2000).
- [3] Boylestad, R. L., *Introducción al análisis de circuitos eléctricos*, 10ª Ed. (Pearson Educación-Prentice Hall, México, 2004).

- [4] Sears, F. W., Zemansky, M. W., Young, H. D. & Freedman R. A., *Física universitaria Vol. I y II*, 12ª Ed. (Addison-Wesley-Longman/Pearson Education, México, 2009).
- [5] Tipler, P. A., *Física para la ciencia y la tecnología Vol. I y II*, 5ª Ed. (Reverté, Barcelona, 2005).
- [6] Carlson A. B., *Teoría de circuitos*, (Thomson, México, 2002).
- [7] Laiton, P. I., *¿Es posible desarrollar el pensamiento crítico a través de la resolución de problemas en física mecánica?*, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias **8**, 54-70 (2011).
- [8] García, D., Domínguez, A. & Stipcich, S., *El modelo TPACK como encuadre para enseñar electrostática con simulaciones*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **8**, 81-90 (2014).
- [9] Sandoval, M. & Mora C., *Modelos erróneos sobre la comprensión del campo eléctrico en estudiantes universitarios*, Lat. Am. J. Phys. Educ. **3**, 647-655 (2009).