



# **UNIVERSIDAD MODELO<sup>1</sup>**

## **ESCUELA DE INGENIERÍA**

**Recreación del experimento de Hertz para Demostrar la teoría de ondas electromagnéticas.**

**Licenciatura en Ingeniería Mecatrónica**

**Equipo:**

**Castillo Pérez Santiago Gael**

**Cauich Poot Edwin**

**Kantun Chin Ana Cristina**

**Meza Eulloqui Marco Antonio**

**Pérez Ongay Ángel Gabriel**

**Zamudio Robertos Carlos Gustavo**

**Electricidad y Magnetismo**

**Dr. Alberto Gabriel Vega Poot**

**Mérida, Yucatán 14 de Diciembre de 2023**

## Índice

<b>1</b>	<b>Objetivo General .....</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Objetivos Específicos.....</b>	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Marco Teórico.....</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>18</b>
<b>6</b>	<b>Resultados .....</b>	<b>21</b>
<b>7</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>Referencias.....</b>	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>Tabla de Participación.....</b>	<b>25</b>
<b>10</b>	<b>Lista de Cotejo.....</b>	<b>26</b>

## **1 Objetivo General**

Demostrar experimentalmente la propagación de cargas en el espacio a través de la realización de un dispositivo para recrear el experimento de Hertz.

## 2 Objetivos Específicos

- ❖ Diseñar y construir un dispositivo que cumpla con los parámetros necesarios para que el experimento funcione.
- ❖ Tomar las mediciones y compararlos con los cálculos y la teoría propuesta por Hertz, para comprobar que se cumple la teoría de las ondas electromagnéticas.
- ❖ Investigar en qué áreas, productos o industrias se hace uso de este experimento o la teoría de forma práctica constantemente.

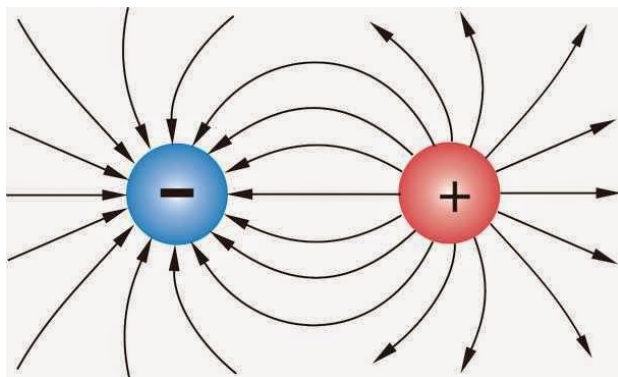
### 3 Introducción

El experimento de Hertz es un experimento clásico de física que demostró la existencia de las ondas electromagnéticas, predichas por las ecuaciones de Maxwell. Este experimento fue realizado por el físico alemán Heinrich Hertz entre 1886 y 1889, y tuvo un impacto profundo en el desarrollo de la tecnología moderna. Las ondas electromagnéticas son ondas transversales que se propagan a través del espacio. Están formadas por un campo eléctrico y un campo magnético oscilantes que se encuentran perpendicularmente entre sí. Las ondas electromagnéticas pueden viajar a través del vacío, así como a través de materiales. Hertz utilizó un detector de ondas electromagnéticas para detectar las ondas generadas por su circuito oscilante, pudiendo demostrar que las ondas electromagnéticas se propagaban a la velocidad de la luz, y que podían ser reflejadas, refractadas y polarizadas. También pudo demostrar que las ondas electromagnéticas podían atravesar materiales, aunque con una atenuación. Los resultados del experimento de Hertz confirmaron la existencia de las ondas electromagnéticas, y abrieron el camino al desarrollo de la radio, la televisión, el radar y otras tecnologías que dependen de las ondas electromagnéticas.

## 4 Marco Teórico

### Electrostática

La electrostática es una rama de la física que se ocupa del estudio de las interacciones entre partículas cargadas eléctricamente en reposo. Aunque a menudo se asocia con fenómenos cotidianos como la atracción de objetos livianos por un globo frotado, la electrostática tiene aplicaciones más amplias y es fundamental para entender los principios eléctricos básicos que subyacen a nuestra vida moderna. Fue a través de los trabajos de Benjamin Franklin y Charles-Augustin de Coulomb en la segunda mitad del siglo XVIII que se formuló la ley fundamental de la electrostática, conocida como la Ley de Coulomb. Esta ley establece que la fuerza entre dos cargas eléctricas es directamente proporcional al producto de sus cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia que las separa.



La electrostática se basa en dos conceptos esenciales: la carga eléctrica y la ley de Coulomb. La carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia, y existen dos tipos de cargas: positiva y negativa. Según la ley de Coulomb, las cargas del mismo signo se repelen, mientras que las cargas de signo opuesto se atraen. Además de la ley de Coulomb, la electrostática también se rige por el principio de conservación de la carga, que establece que la carga total en un sistema aislado permanece constante con el tiempo. Este principio es esencial para entender cómo

se distribuyen y redistribuyen las cargas en diversos contextos. Las cargas eléctricas pueden ser positivas o negativas. Los cuerpos con cargas eléctricas del mismo signo se repelen, mientras que los cuerpos con cargas eléctricas de signos opuestos se atraen.

La carga eléctrica es una propiedad fundamental de la materia. Todos los átomos están formados por electrones, protones y neutrones. Los electrones tienen carga eléctrica negativa, los protones tienen carga eléctrica positiva y los neutrones no tienen carga eléctrica. La carga eléctrica se mide en coulombs (C). Un coulomb es una cantidad muy grande de carga eléctrica. Una carga eléctrica típica de un electrón es de  $1,602 \times 10^{-19} \text{ C}$ .

### **Magnetostática e inducción**

La magnetostática e inducción magnética son dos conceptos fundamentales en la física que abordan el comportamiento de los campos magnéticos y su interacción con materiales. Estos fenómenos, intrínsecamente ligados a la electricidad, han desempeñado un papel crucial en diversos campos, desde la investigación científica hasta la tecnología moderna. La magnetostática se basa en la ley de Coulomb, que establece que la fuerza entre dos cargas eléctricas es proporcional al producto de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas. En el caso de las cargas estacionarias, la fuerza tiene una dirección definida y se puede representar mediante un vector. Este vector se conoce como vector de campo magnético.

La ley de Biot-Savart proporciona una expresión matemática para el vector de campo magnético producido por una corriente eléctrica. La expresión es la siguiente:

$$B = \frac{\mu_0 I}{2\pi a}$$

Donde  $B$  es el vector de campo magnético (Teslas) ,  $\mu_0$  es la permeabilidad magnética del vacío,  $I$  es la intensidad de la corriente (Amperios) y  $r$  es la distancia al punto donde se mide el campo magnético (Metros).

La inducción magnética se basa en el principio de que un campo magnético variable induce un campo eléctrico. Este fenómeno se utiliza en una amplia gama de dispositivos, como los generadores eléctricos, los transformadores y los motores eléctricos. La ley de Faraday establece que la magnitud de la fuerza electromotriz (fem) inducida en un circuito es proporcional a la variación del flujo magnético a través del circuito. La expresión es la siguiente:

$$\varepsilon = \frac{-d\phi}{dt}$$

Donde  $\varepsilon$  es la fuerza electromotriz inducida en voltios (V),  $\Phi$  es el flujo magnético en webers (Wb) y  $t$  es el tiempo en segundos (s).

El signo negativo de la ecuación indica que la fem inducida tiene la misma dirección que el flujo magnético que varía. La fem inducida por un campo magnético variable puede utilizarse para generar corriente eléctrica. Este principio se utiliza en los generadores eléctricos, que convierten la energía mecánica en energía eléctrica. Los transformadores también se basan en la inducción magnética. Un transformador tiene dos bobinas enrolladas en un núcleo de material ferromagnético. Cuando se aplica una corriente eléctrica a una de las bobinas, se crea un campo magnético en el núcleo. Este campo magnético induce una fem en la otra bobina. Los motores eléctricos también se basan en la inducción magnética. Un motor eléctrico tiene un campo magnético fijo y un rotor que se puede mover. Cuando se aplica una corriente eléctrica al rotor, se crea un campo magnético en el rotor. La interacción entre los dos campos magnéticos hace que el rotor gire.

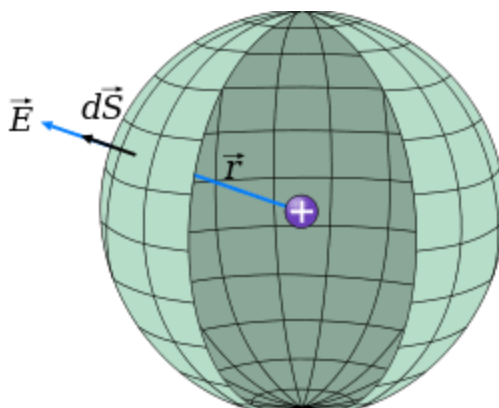


## Leyes de Maxwell

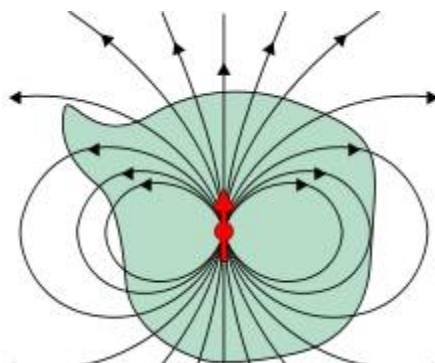
Las leyes de Maxwell son un conjunto de cuatro ecuaciones que describen los campos eléctricos y magnéticos, así como su relación con las cargas y las corrientes eléctricas. Estas ecuaciones fueron formuladas por el físico escocés James Clerk Maxwell en la década de 1860.

Las leyes de Maxwell son las siguientes:

**Ley de Gauss para el campo eléctrico:** El flujo eléctrico total a través de una superficie cerrada es igual a la carga eléctrica total encerrada por la superficie.

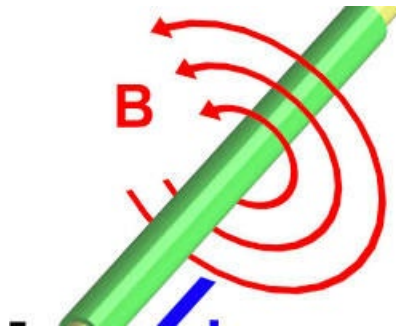


**Ley de Gauss para el campo magnético:** El flujo magnético total a través de una superficie cerrada es siempre cero.



**Ley de Faraday-Lenz:** Una corriente eléctrica inducida en un circuito es proporcional a la variación del flujo magnético a través del circuito.

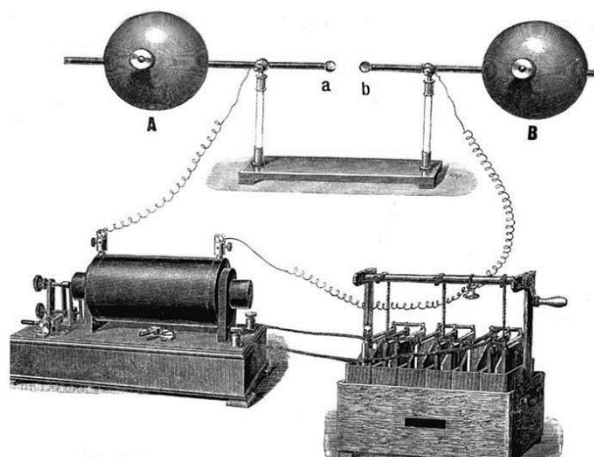
**Ley de Ampère generalizada:** La circulación de un campo magnético a lo largo de una curva cerrada es igual a la corriente eléctrica total encerrada por la curva más la variación temporal del flujo magnético a través de cualquier superficie cerrada que bordea la curva.



Las leyes de Maxwell completan y unifican las leyes de la electrostática y la magnetostática. La ley de Gauss para el campo eléctrico es equivalente a la ley de Coulomb, que describe la fuerza entre dos cargas eléctricas. La ley de Gauss para el campo magnético establece que el campo magnético no tiene fuentes ni sumideros, lo que se conoce como ley de no monopolos magnéticos. La ley de Faraday-Lenz describe el fenómeno de la inducción electromagnética, que es la producción de una corriente eléctrica por un campo magnético variable. La ley de Ampère generalizada es una extensión de la ley de Ampère, que describe la relación entre el campo magnético producido por una corriente eléctrica. Las leyes de Maxwell tienen una gran importancia en la física y la ingeniería. Se utilizan para describir una amplia gama de fenómenos electromagnéticos, desde la radiación electromagnética hasta los motores eléctricos.

## **El Origen del Experimento**

El origen del experimento de Hertz se remonta a la obra del físico escocés James Clerk Maxwell, quien en la década de 1860 formuló las leyes de Maxwell. Él creía que las ondas electromagnéticas deberían ser capaces de viajar a través del espacio vacío, pero no había pruebas experimentales que apoyaran esta afirmación. El físico alemán Heinrich Hertz se propuso realizar un experimento para demostrar la existencia de las ondas electromagnéticas. Hertz comenzó sus experimentos en 1886. Utilizó un circuito oscilante, que consiste en una bobina y un condensador, para generar ondas electromagnéticas. El circuito oscilante generaba una corriente eléctrica que fluía de un lado a otro a una frecuencia determinada. Esta corriente eléctrica generaba un campo magnético variable, que a su vez generaba un campo eléctrico variable. Hertz colocó un segundo circuito oscilante cerca del primer circuito. Este segundo circuito estaba conectado a un galvanómetro, que mide la corriente eléctrica. Hertz esperaba que las ondas electromagnéticas generadas por el primer circuito indujesen una corriente eléctrica en el segundo circuito. Los experimentos de Hertz fueron un éxito. Hertz pudo demostrar que las ondas electromagnéticas se propagan a la velocidad de la luz, y que pueden ser reflejadas, refractadas y polarizadas. Sus experimentos proporcionaron la primera evidencia experimental de la existencia de las ondas electromagnéticas.



## El Electromagnetismo

El electromagnetismo es la rama de la física que estudia la interacción entre los campos eléctricos y magnéticos, y las partículas con carga eléctrica. El electromagnetismo es una de las fuerzas fundamentales de la naturaleza, y es responsable de una amplia gama de fenómenos, desde la luz hasta los motores eléctricos. Los campos eléctricos y magnéticos son invisibles, pero se pueden detectar con instrumentos sensibles. Los campos eléctricos se pueden detectar con una balanza de Coulomb, que mide la fuerza entre dos cargas eléctricas. Los campos magnéticos se pueden detectar con una brújula, que se alinea con el campo magnético de la Tierra. Las cargas eléctricas pueden ser positivas o negativas. Las cargas de igual signo se repelen, mientras que las cargas de signo opuesto se atraen. La fuerza entre dos cargas eléctricas es proporcional al producto de las magnitudes de las cargas e inversamente proporcional al cuadrado de la distancia entre ellas.

Los campos eléctricos y magnéticos se relacionan entre sí. Un campo eléctrico variable induce un campo magnético, y un campo magnético variable induce un campo eléctrico. Este fenómeno se conoce como inducción electromagnética, y es la base de muchos dispositivos eléctricos, como los generadores eléctricos y los transformadores. Las ondas electromagnéticas son oscilaciones de los campos eléctricos y magnéticos que se propagan a la velocidad de la luz. Las ondas electromagnéticas tienen una amplia gama de frecuencias, desde las ondas de radio de baja frecuencia hasta los rayos gamma de alta frecuencia.

El electromagnetismo tiene una amplia gama de aplicaciones, entre ellas:

**Electrónica:** El electromagnetismo es la base de la electrónica, que es la ciencia que estudia los dispositivos eléctricos. Los componentes electrónicos, como los transistores, los condensadores y los inductores, funcionan con los principios del electromagnetismo.

**Telecomunicación:** El electromagnetismo es la base de la telecomunicación, que es la transmisión de información a largas distancias. Las ondas electromagnéticas se utilizan para transmitir señales de radio, televisión, telefonía móvil e Internet.

**Medicina:** El electromagnetismo se utiliza en aplicaciones médicas, como la resonancia magnética, la tomografía computarizada y la terapia de ondas de choque.

**Energía:** El electromagnetismo se utiliza para generar energía eléctrica, como en los generadores eléctricos y los paneles solares.

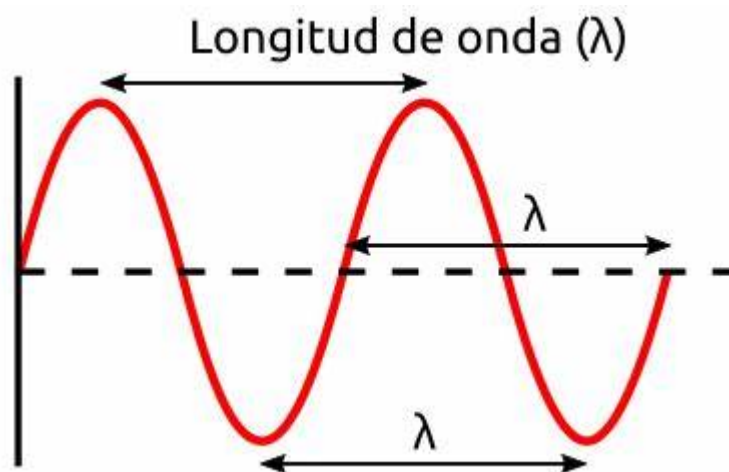
## La longitud de onda

La longitud de onda es la distancia entre dos puntos consecutivos de una onda que se repiten. En el caso de las ondas electromagnéticas, la longitud de onda se define como la distancia entre dos crestas consecutivas. La longitud de onda se mide en unidades de longitud, como el metro, el centímetro o el nanómetro. La longitud de onda de las ondas electromagnéticas puede variar mucho, desde los miles de kilómetros de las ondas de radio hasta los femtómetros de los rayos gamma. La longitud de onda de una onda electromagnética está relacionada con su frecuencia y con la velocidad a la que se propaga. La relación entre estas tres cantidades se expresa en la siguiente ecuación:

$$\lambda = \frac{v}{f}$$

Donde  $\lambda$  es la longitud de onda en metros,  $v$  es la velocidad de propagación en metros por segundo,  $f$  es la frecuencia en Hertz.

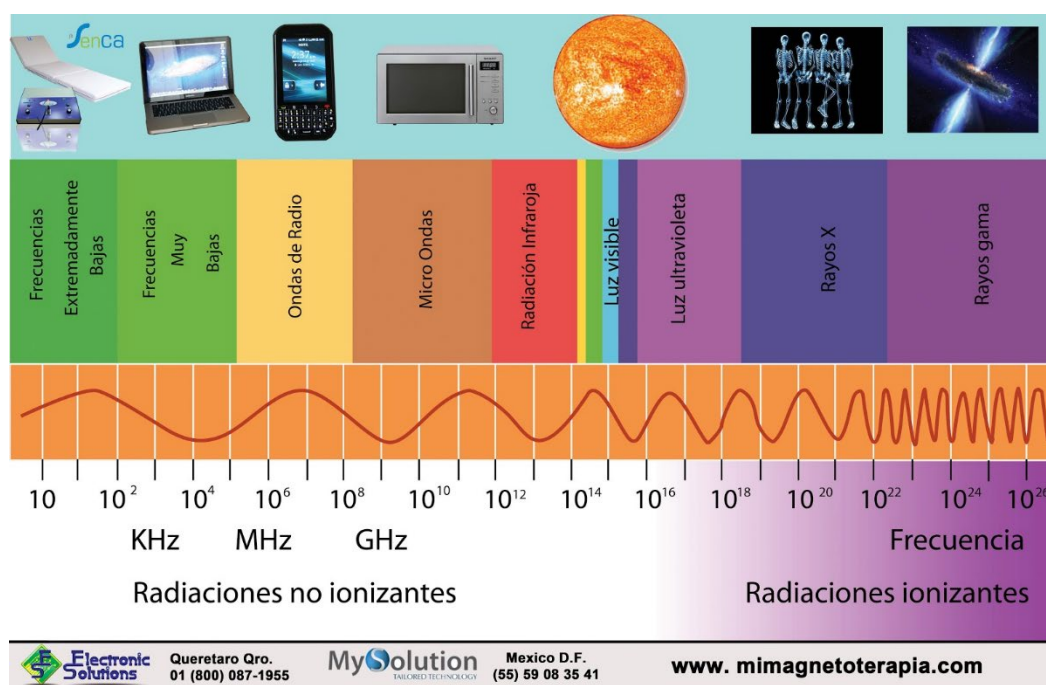
Por lo tanto, una onda electromagnética de alta frecuencia tendrá una longitud de onda corta, mientras que una onda electromagnética de baja frecuencia tendrá una longitud de onda larga. La longitud de onda determina la capacidad de una onda para propagarse. Las ondas de longitud corta



se propagan más rápido que las ondas de longitud larga. La longitud de onda es una propiedad importante de las ondas electromagnéticas, y tiene una serie de aplicaciones prácticas. Por ejemplo, la longitud de onda se utiliza para seleccionar las ondas electromagnéticas que se utilizan en los dispositivos electrónicos, como los televisores y los teléfonos móviles.

## Frecuencia en las ondas

La frecuencia de las ondas es el número de ciclos o repeticiones que se producen en un segundo. Se mide en hercios (Hz), que equivalen a ciclos por segundo. La frecuencia de una onda está relacionada con su longitud de onda y con la velocidad a la que se propaga. Por lo tanto, una onda de alta frecuencia tendrá una longitud de onda corta, mientras que una onda de baja frecuencia tendrá una longitud de onda larga. La frecuencia de las ondas es una propiedad importante de las ondas electromagnéticas, y tiene una serie de aplicaciones prácticas. Por ejemplo, la frecuencia se utiliza para seleccionar las ondas electromagnéticas que se utilizan en los dispositivos electrónicos,



como los televisores y los teléfonos móviles. Las ondas electromagnéticas tienen una amplia gama de frecuencias, que van desde los miles de kilómetros de las ondas de radio hasta los femtómetros de los rayos gamma.

## **Fuentes de alto voltaje**

Una fuente de alto voltaje es un dispositivo que genera un voltaje elevado. Las fuentes de alto voltaje se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, como la industria, la medicina y la investigación. Las fuentes de alto voltaje de tensión constante son las más comunes. Estas fuentes se basan en un circuito oscilante que genera una tensión alterna de alta frecuencia. La tensión alterna se rectifica y se filtra para obtener una tensión continua de alta tensión.

Los transformadores de alto voltaje se utilizan para convertir un voltaje de baja tensión en un voltaje de alta tensión. Los transformadores funcionan basándose en el principio de inducción electromagnética. Los generadores de alto voltaje producen un voltaje alto a partir de un movimiento mecánico. Los generadores de alto voltaje se utilizan en una amplia gama de aplicaciones, como la industria, la medicina y la investigación. Los tipos más comunes de generadores de alto voltaje son:

**Generadores electrostáticos:** Estos generadores generan un voltaje alto a partir de la acumulación de cargas eléctricas.

**Generadores electromagnéticos:** Estos generadores generan un voltaje alto a partir de la interacción entre un campo eléctrico y un campo magnético.



Las fuentes de alto voltaje son dispositivos peligrosos. Es importante utilizar las fuentes de alto voltaje de forma segura y responsable.



### **Aplicaciones de este experimento**

A

## **5 Metodología**

### **1. Investigación Previa:**

Antes de iniciar el experimento, se llevó a cabo una investigación exhaustiva para comprender los principios fundamentales del experimento de Hertz sobre ondas electromagnéticas. Este paso permitió una comprensión clara de los conceptos clave involucrados.

### **2. Planificación del Experimento:**

Se diseñó un plano detallado que delineaba cómo llevar a cabo el experimento. Se consideraron factores como la disposición de los materiales, las conexiones eléctricas y la ubicación estratégica de los componentes.

### **3. Materiales Utilizados:**

- ❖ Tubo PVC (para la estructura base).
- ❖ Tacer (máquina de toques de defensa personal).
- ❖ Cable pelado.
- ❖ Papel de Aluminio.
- ❖ Cables Caimanes.
- ❖ Chispa de un encendedor.
- ❖ Foco de neón AC.

#### **4. Construcción de la Estructura Base:**

Se formó una base utilizando tubos de PVC, configurados en forma de cuadrado. En el centro, se colocó una unión en T para permitir el paso de los cables hacia arriba. Esta estructura proporcionó la base sobre la cual se montaron los componentes del experimento.

#### **5. Conexiones Eléctricas:**

Se conectó el chispero al cable pelado utilizando caimanes, en otro extremo de la estructura, se colocaron cables sin ninguna conexión. El foco de neón AC se posicionó en el extremo de los cables sin conexión.

#### **6. Ejecución del Experimento:**

Se encendió el chispero para iniciar la generación de ondas electromagnéticas, se observó el funcionamiento del foco de neón AC, que sirvió como indicador de la transmisión de energía a través de las ondas electromagnéticas generadas.

#### **7. Comparación con el Tacer:**

Se repitió el procedimiento utilizando el Tacer en lugar del chispero, se observó que las ondas electromagnéticas generadas por el Tacer tenían un alcance más extenso en comparación con el chispero.

## **8. Análisis de Resultados:**

Se analizaron los resultados obtenidos, destacando la diferencia de alcance entre las ondas electromagnéticas generadas por el chispero y el Tracer.

## 6 Resultados

El presente experimento buscó recrear con éxito el famoso experimento llevado a cabo por Heinrich Hertz a fines del siglo XIX, que demostró la existencia de las ondas electromagnéticas.

- ❖ **Detección de Ondas Electromagnéticas:** Se implementaron métodos de detección eficientes para confirmar la presencia de las ondas electromagnéticas generadas. La utilización de dispositivos de medición adecuados permitió validar la propagación de las ondas a través del espacio experimental. Esto se pudo comprobar a través de un multímetro en el cual sus puntas estaban conectadas al receptor, en modo corriente alterna y logramos ver que recibía cierto voltaje que dependía de la distancia, entre mas cerca mayor voltaje y del largo de nuestros cables que funcionan como antena, también pudimos comprobar que el aluminio ayuda a conducir estas ondas.

Caída de Tensión	
Distancia (CM)	Voltaje Promedio
3 (Mínima)	30 V
10	22 V
25	9.8 V
40	5 V
50	2 V

- ❖ **Aplicación Práctica:** Se llevó a cabo un paso adicional que consistió en utilizar las ondas electromagnéticas generadas para encender un foco de neón. Este resultado demuestra la capacidad de las ondas electromagnéticas para transmitir energía de manera efectiva. La distancia máxima para encender el foco de neón fue de 50 Cm.

Los resultados obtenidos confirman de manera exitosa la existencia de las ondas electromagnéticas, respaldando la teoría. Además, la capacidad de utilizar estas ondas para encender un foco de neón destaca la aplicabilidad práctica de estos fenómenos en la transmisión de energía.

Este experimento no solo refuerza los fundamentos teóricos de la física electromagnética, sino que también demuestra el potencial práctico de las ondas electromagnéticas en aplicaciones cotidianas.

## 7 Conclusiones

Los resultados de la recreación del experimento de Hertz demostraron que es posible encender un foco de neón a través de ondas electromagnéticas. La teoría electromagnética predice que las ondas electromagnéticas pueden ionizar el gas neón, ya que tienen un campo eléctrico y magnético oscilante. Este campo oscilante puede transferir energía a los átomos de neón, lo que puede provocar la ionización. En el experimento, se utilizó un generador de ondas electromagnéticas para generar ondas de radio de alta frecuencia. Estas ondas de radio se aplicaron al foco de neón, lo que provocó la ionización del gas neón. La ionización del gas neón permitió que fluya la corriente eléctrica a través del foco. Cuando la corriente eléctrica fluye a través del foco, el gas neón emite luz. Los resultados del experimento son consistentes con la teoría, puesto que las ondas electromagnéticas efectivamente existen, mas no son visibles, haciendo que desde el emisor llegue al receptor con la energía suficiente para ionizar el gas neón, lo que permite que fluya la corriente eléctrica a través del foco. Esto demuestra la existencia de las ondas electromagnéticas, así como uno de sus posibles usos.

## 8 Referencias

- ❖ Tarancón Álvarez, P., Martínez-Arroyo García, I. J., Jaramillo Garrido, D., & Brage del Rio, M. (2020). Experimento de Hertz.
- ❖ Eirez Izquierdo, J. E., Rodríguez González, F., & Pavoni Oliver, S. (2013). Diseño de una Fuente de Alto Voltaje. Ingeniería Electrónica, Automática y Comunicaciones
- ❖ Blanquicett Carvajal, J. B. (2013). Diseño de una fuente de alto voltaje para la generación de arcos eléctricos.
- ❖ Hertz, H. (1990). *Las ondas electromagnéticas* (Vol. 2). Univ. Autònoma de Barcelona.
- ❖ Navarro, A. P. Ondas electromagnéticas.
- ❖ Soto, A. S. (2021). *Electromagnetismo*. Universidad de Antioquia.
- ❖ Edminister, J. A., & Pinto, S. (1992). *Electromagnetismo*. McGraw-Hill.
- ❖ Cheng, D. K. (1997). *Fundamentos de electromagnetismo para ingeniería*. Pearson Educación.
- ❖ Tarancón Álvarez, P., Martínez-Arroyo García, I. J., Jaramillo Garrido, D., & Brage del Rio, M. (2020). Experimento de Hertz.
- ❖ Balkau, C. G., Costa, F. M., Carvalho, F. P., Carvalho, H. S. M. S. D., (2022).  
CONSTRUÇÃO DE EXPERIMENTO DE HERTZ. OPEN SCIENCE RESEARCH VI
- ❖ Muñoz, J. B. (2013). Leyes de Maxwell.
- ❖ Walker, S. M. (2007). *El magnetismo*. ediciones Lerner.
- ❖ Purcell, E. M. (2001). *Electricidad y magnetismo* (Vol. 2). Reverté.
- ❖ Poma Rosales, W. D. (2022). *ELECTROSTATICA* (Doctoral dissertation).
- ❖ Caicedo, J. A. (2016). Electrostática.



## 9 Tabla de Participación

<b>Nombre</b>	<b>Participó en:</b>
Castillo Pérez Santiago Gael	Compro los materiales electrónicos y apoyo en el marco teórico.
Cauich Poot Edwin	Ayudo en las Conclusiones del documento.
Kantun Chin Ana Cristina	Realizo los resultados y metodología del documento, ayudo a cortar los tubos para la construcción del dispositivo.
Meza Eulloqui Marco Antonio	Pelo los cables necesarios, apoyo en el marco teórico y compro el encendedor.
Pérez Ongay Ángel Gabriel	Realizo las diapositivas, investigo los temas para el marco teórico, así como lo relacionado al experimento, hizo la portada, objetivos generales y específicos, también diseño los planos del dispositivo, realizo las pruebas, comparo con la teoría, hizo las tablas de los datos y tomo videos.
Zamudio Robertos Carlos Gustavo	Compro los materiales para el armazón del dispositivo y armo el mismo. Ayudo en la medición de los datos.

## 10 Lista de Cotejo

LISTA DE EVALUACIÓN REPORTE			
#	A Evaluar	Penalización	Observaciones
1	Portada incorrecta	-10	
2	Reporte mal impreso o indistinguible	-10	
3	Engargolado inadecuado (transparente /negro / metálico)	-10	
4	Tachaduras, enmendaduras y manchas. (c/u)	-3	
5	Faltas de ortografía.	-3	
6	Párrafos mal redactados. (c/u)	-5	
7	Marco teórico o introducción pobre o incompleto	A criterio	
8	Ejemplo o ejercicio deficiente	-10	
9	Entregable no listo o sin cumplir las especificaciones	-40	
10	Secuencias fuera de sitio (dejan inentendible el trabajo)	-25	
11	El video con autor diferente o no es propio de la asignatura	-20	
CALIFICACIÓN FINAL			

Lista de cotejo del reporte y de las diapositivas de la exposición		
1	Portada/título	Contiene (Si/No)
2	Objetivos (general)	
3	Objetivos específicos	
4	Introducción y marco teórico	
5	Metodología	
6	Resultados	
7	Conclusiones	
8	Referencias Bibliográficas	

RECEPCIÓN DEL TRABAJO (DD/MM/AAAA): \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**INTEGRANTES (EN ORDEN ALFABÉTICO. APELLIDOS PRIMERO)**

1. Castillo Pérez Santiago Gael
2. Cauich Poot Edwin
3. Kantun Chin Ana Cristina
4. Meza Eulloqui Marco Antonio
5. Pérez Ongay Ángel Gabriel
6. Zamudio Robertos Carlos Gustavo