



Universidad Nacional Autónoma de Honduras
Facultad de Ciencias
Escuela de Física



Ruptura de Dieléctrico

Elaborado por: Ing. Francisco Solórzano

I. Objetivos

- 1) Observar la ruptura de un material dieléctrico para diferentes configuraciones de superficies.
- 2) Calcular la rigidez dieléctrica del aire para diferentes geometrías.

II. Materiales

- Fuente de Alto Voltaje D. C.
- Resistencia variable
- Pernos
- Tuercas
- Soporte de madera
- Prensa en C
- Amperímetro
- Cables para realizar las conexiones
- Caimanes
- Transportador

III Teoría resumida

Para entender el comportamiento de un material dieléctrico expuesto a un campo electrostático, se comenzará por medio de un análisis cualitativo a nivel microscópico desde un punto de vista clásico. En cada uno de los átomos que forman al dieléctrico se pueden encontrar electrones y protones, la interacción de estas cargas con el campo eléctrico produce un desplazamiento de dichas cargas en direcciones opuestas tal como puede verse en la figura 1.

Los desplazamientos son pequeños comparados con las dimensiones atómicas, sin embargo, es suficiente para crear dipolos eléctricos, y por lo tanto producir la polarización del dieléctrico.

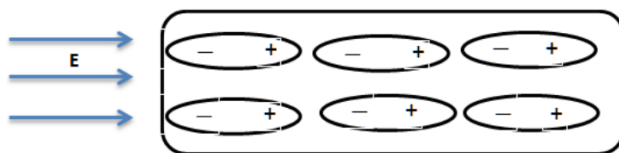


Figura 1: Dieléctrico polarizado

Un campo eléctrico muy intenso puede sacar a los electrones de las moléculas. Los electrones que son acelerados bajo la acción del campo eléctrico, chocan violentamente con la estructura molecular de la red y ocasionan separaciones y daños permanentes en el material. Debido a las colisiones, puede presentarse una corriente de avalancha y en ese momento el material se convierte en un conductor. El fenómeno se denomina ruptura dieléctrica, la intensidad máxima de campo eléctrico que un material dieléctrico puede resistir antes de que ocurra la ruptura dieléctrica se conoce como rigidez dieléctrica.

Ya que la carga tiende a acumularse en las puntas, el campo eléctrico es más intenso en las superficies agudas. El pararrayos funciona utilizando este principio, ya que está conectado a tierra, y cuando se colocan nubes cargadas sobre este, adquiere de la tierra carga con signo opuesto a la de la nube. El campo eléctrico intenso que se produce alrededor de la punta del pararrayos, permite la ruptura del dieléctrico (aire) y la descarga de la nube por medio del pararrayos hacia tierra.

IV. Procedimiento experimental y toma de datos

Parte A

1. Utilizando dos pernos y cinco tuercas arme un montaje similar al de la figura 2.
2. Ajuste el montaje de modo que las puntas que están soldadas a las tuercas casi se toquen, pero haya un pequeño espacio entre ellas (el espacio debe ser menor a 1 mm).
3. Verifique que las tuercas eviten que se muevan los pernos.
4. Use la prensa en C y sujete el montaje de madera.
5. Ajuste la resistencia variable (figura 3) al valor máximo posible (debería ser alrededor de $1.1\text{ M}\Omega$).
6. Conecte en serie la resistencia, la fuente d. c, el amperímetro y el montaje de los pernos, tal como se muestra en la figura 4 (pida a su instructor que revise el circuito).
7. Ajuste una esquina de la tuerca a cero grados.
8. Encienda la fuente de d.c. e incremente lentamente el voltaje desde cero hasta alcanzar la ruptura del dieléctrico.
9. Anote los resultados en la tabla 1.
10. Lleve a cero el voltaje de la fuente y luego apague la fuente

11. Haga que se alejen las puntas incrementando el ángulo de la esquina de la tuerca a 20° .
12. Encienda la fuente de d.c. e incremente lentamente el voltaje desde cero hasta alcanzar la ruptura del dieléctrico.
13. Anote los resultados en la tabla 1.
14. Repita los pasos 10, 11, 12 y 13 para los ángulos de 40° , 60° , 80° y 100° .

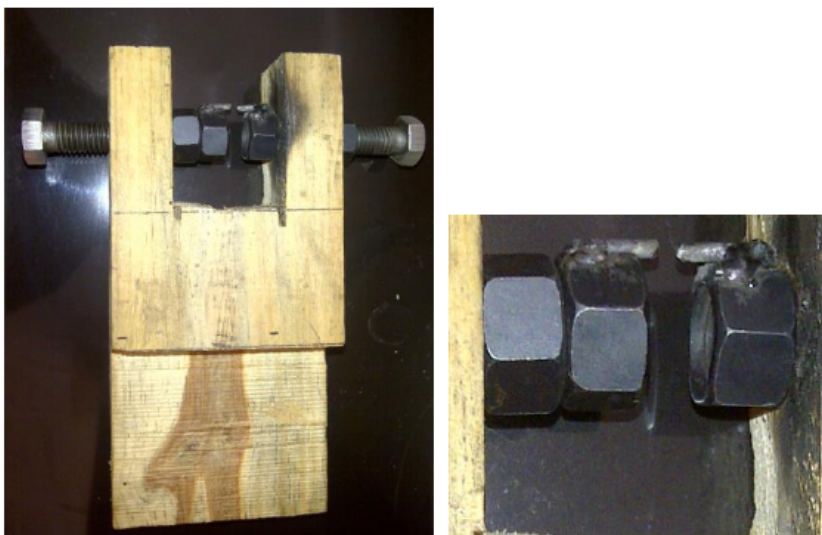


Figura 2: Montaje para romper el dieléctrico.

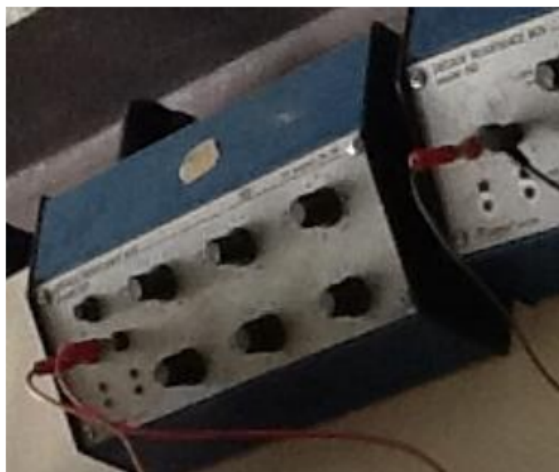


Figura 3: Resistencias Variables o Potenciómetros.

Parte B

1. Utilizando dos pernos y cuatro tuercas arme un montaje similar al de la figura 5.
2. Ajuste el montaje de modo que los pernos casi se toquen, pero haya un pequeño espacio entre ellos (el espacio debe ser menor a 1 mm).

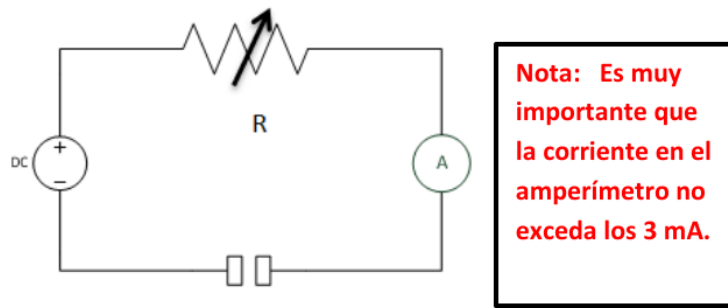


Figura 4: Esquema del circuito.

3. Verifique que las tuercas eviten que se muevan los pernos.
4. Use la prensa en C y sujete el montaje de madera.
5. Ajuste la resistencia variable al valor máximo posible (debería ser alrededor de $1.1M\Omega$)
6. Conecte en serie la resistencia, la fuente d. c, el amperímetro y el montaje de los pernos, tal como se muestra en la figura 4 (pida a su instructor que revise el circuito).
7. Ajuste el marcador que tiene la cabeza del perno a cero grados.
8. Encienda la fuente de d.c. e incremente lentamente el voltaje desde cero hasta alcanzar la ruptura del dieléctrico.
9. Anote los resultados en la tabla 2.
10. Lleve a cero el voltaje de la fuente y luego apague la fuente
11. Haga que se alejen las puntas incrementando el ángulo a 20° .
12. Encienda la fuente de d.c. e incremente lentamente el voltaje desde cero hasta alcanzar la ruptura del dieléctrico.
13. Anote los resultados en la tabla 2.
14. Repita los pasos 10, 11, 12 y 13 para los ángulos de 40° , 60° , 80° y 100° .



Figura 5: Montaje para el procedimiento B.

V. Registro de datos

Llene las siguientes tablas

i	θ	$d(mm)$	v
0	0	d_0	
1	20°	d_1	
2	40°	d_2	
3	60°	d_3	
4	80°	d_4	
5	100°	d_5	

Tabla 1:

En el caso de girar la tuerca una vuelta completa, el perno se mueve $1.85mm$, por lo tanto, $\Delta d = 1.85mm * (\theta/360)$.

i	θ	$d(mm)$	v
0	0	d_0	
1	20°	d_1	
2	40°	d_2	
3	60°	d_3	
4	80°	d_4	
5	100°	d_5	

Tabla 2:

VI. Cálculos

1. Construir una tabla para la parte A y otra para la parte B de la forma siguiente.

i	$dp(mm)$	V_p
1	Δd	$V_1 - V_0$
2	$2\Delta d$	$V_2 - V_0$
3	$3\Delta d$	$V_3 - V_0$
4	$4\Delta d$	$V_4 - V_0$
5	$5\Delta d$	$V_5 - V_0$

Tabla 3:

2. Para la tabla anterior encontrar una ecuación lineal que se ajuste a los datos de la forma: $V_p = mdp + b$. (Encontrar una ecuación para la parte A y otra para B)

VII. Resultados

1. Mostrar en un solo grafico los resultados de la tabla 3, además de las ecuaciones lineales que se ajustan a los datos.
2. Indicar el valor de la pendiente tanto para el caso A como el B y compararlos.

VIII. Cuestionario

1. Antes de que el dieléctrico se rompa, ¿cómo se puede modelar el circuito de la figura 3?
2. El experimento realizado tiene como finalidad observar la ruptura de un dieléctrico, ¿Cuál cree que es la función de la resistencia variable en el circuito?
3. ¿Con que cantidad están directamente relacionadas las pendientes de las ecuaciones obtenidas?
4. ¿Cuál es la rigidez dieléctrica teórica del aire?
5. Compare los valores obtenidos de E para romper el dieléctrico, para distintas geometrías.

IX. Bibliografía

- Wagsness Roald (1994). Campos Electromagnéticos Limusa.
- D. Cheng (1998). Fundamentos de Electromagnetismo para ingeniería. Adison Wesley Longman