



CÁLCULO Y MEDICION DE CAPACITANCIA

Ochoa García Cheylibeth¹, Castellón Falcón Ariel¹, Ballestas Ortega Oscar¹, Buelvas Cárdenas Andrys¹

Duque Pardo Jorge²

¹ Estudiante de pregrado de la facultad de ingeniería, Universidad tecnológica de Bolívar

² Profesor de la facultad de ingeniería, Universidad tecnológica de Bolívar

Grupo J

28 de Agosto 2012

RESUMEN

Dentro de esta práctica de laboratorio se busca realizar un estudio acerca de la capacitancia presente en los condensadores, considerando las variaciones de esta a partir de factores como la constante dieléctrica de un material, la distancia entre dos placas paralelas y el área de estas mismas.

Palabras Claves: Capacitancia, Dieléctricos.

ABSTRAC

In this laboratory practice seeks realize a study about the capacitance present at the condensers, considering the variations from factors such as the dielectric constant of a material, the distance between two parallel plates and the area of these ones.

Keywords: Capacitance, Dielectrics.

MARCO TEÓRICO

La capacitancia es la propiedad que posee un cuerpo para mantener una carga eléctrica, siendo un capacitor el dispositivo más relacionado con esta aplicación; por otro lado es posible decir que un capacitor se presenta cuando existen dos conductores cualesquiera separados por un aislador o un vacío.

El campo eléctrico entre la región de la región entre los dos conductores es proporcional a la magnitud de la carga Q de cada conductor, además la diferencia de potencial V_{ab} entre los dos conductores es proporcional a Q . Si llegáramos a duplicar la magnitud de la carga en cada conductor, se duplicaría la densidad de carga, el campo eléctrico y la diferencia de potencial entre los conductores, sin embargo la relación de carga con respecto a la diferencia de potencial no cambia, es esta relación la que conocemos como la

capacitancia, y que viene dada por la siguiente

$$\text{ecuación: } C = \frac{Q}{V_{ab}} \quad [1]$$

Dónde:

- C es la capacidad, medida en faradios.
- Q es la carga eléctrica almacenada, medida en culombios.
- V es la diferencia de potencial (o tensión), medida en voltios.

La unidad SI de la capacitancia es el faradio (1 F).

El valor de la capacitancia también depende del tipo de capacitor, ya se de placas paralelas, cilíndrico o esféricos, siendo el primero el centro de estudio dentro de este trabajo, además este valor dependerá del **dieléctrico** que se introduzca entre las dos superficies del condensador el cual resulta ser directamente proporcional a la capacitancia, este dieléctrico corresponde al aislante mencionado en un principio que poseen la cualidad de que al ser sometidos a un campo eléctrico externo puede establecerse en ellos un campo eléctrico interno.

Tenemos que la capacitancia con un dieléctrico llenando todo el interior del

$$\text{condensador está dado por: } C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d} \quad [2]$$

Dónde:

- ϵ_0 es la permisividad del vacío que equivale a 8.85×10^{-12}
- ϵ_r constante dieléctrica del material.
- d es la distancia de separación de las placas.
- A es el área superficial de las placas.

METODOLOGÍA

En el desarrollo experimental se quiere determinar la capacitancia para nuestro capacitor de placas paralelas de área A con los respectivos dieléctricos a usar de grosor d y constante dieléctrica ϵ_r . Para el cálculo de esta capacitancia, se supone que el capacitor ha sido conectado a los bornes de una fuente, de tal manera que, hay una carga positiva en una placa y una carga negativa en la otra.

Haciendo uso de la formula $C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r A}{d}$ se hallan

los valores de las capacitancias teóricas.

	Distancia de Separación (mm)				
Dieléctrico	1	2	3	4	\bar{X}
Acrílico	2,8	2,4	3	2,8	2,75
Papel	0,09	0,08	0,09	0,07	0,0825
Acetato	0,2	0,25	0,3	0,25	0,25
Vidrio	4	4,5	4,3	4,2	4,25
Polietileno	0,2	0,15	0,2	0,15	0,175

Tabla 1.0- Medidas del grosor de cada dieléctrico

- Capacitancia con dieléctrico acrílico:

$$C = \frac{(8.84 \times \frac{10^{-12} \text{ F}}{\text{m}})(0.08 \text{ m}^2)(3.5)}{(2,75 \times 10^{-3} \text{ m})} = 0,703 \text{ nF}$$

- Capacitancia con dieléctrico papel:

$$C = \frac{(8.84 \times \frac{10^{-12} \text{ F}}{\text{m}})(0.0625 \text{ m}^2)(2,2)}{(0,0825 \times 10^{-3} \text{ m})} = 12,73 \text{ nF}$$

- Capacitancia con dieléctrico acetato:

$$C = \frac{(8.84 \times \frac{10^{-12} \text{ F}}{\text{m}})(0.0625 \text{ m}^2)(9,5)}{(2,5 \times 10^{-4} \text{ m})}$$

$$= 3,365 \text{ nF}$$

- Capacitancia con dieléctrico vidrio:

$$C = \frac{(8.84 \times \frac{10^{-12} \text{ F}}{\text{m}})(0.09 \text{ m}^2)(4)}{(4,25 \times 10^{-3} \text{ m})}$$

$$= 0,975 \text{ nF}$$

- Capacitancia con dieléctrico polietileno:

$$C = \frac{(8.84 \times \frac{10^{-12} \text{ F}}{\text{m}})(0.0625 \text{ m}^2)(2,2)}{(1,75 \times 10^{-4} \text{ m})}$$

$$= 6,44 \text{ nF}$$

Capacitancia Teórica				
Dieléctrico	ϵ_r	A(cm)	d(mm)	C (nF)
Acrílico	3,5	29,5*29,9	2,75	0,703
Papel	2,2	25,3*25,39	0,0825	12,73
Acetato	9,5	26,6*26,45	0,25	3,365
Vidrio	7,5	30*30,2	4,25	0,975
Polietileno	2,2	29,1*28,3	0,175	6,44

Tabla 1.1- Capacitancia teórica de cada dieléctrico

A través de la fórmula sugerida y conociendo los valores de cada una de las variables que en esta intervienen se obtuvieron capacitancias aproximadas a las anteriores.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En esta experiencia de laboratorio se elaboró un capacitor de placas paralelas, haciendo uso de diferentes materiales que cumplen el papel de dieléctrico, con el fin de calcular la

capacitancia de forma experimental y comparar esta con la capacitancia hallada teóricamente mediante expresiones matemáticas ya planteadas. En base a esta comparación realizar un análisis y sacar conclusiones acerca del tema en estudio.

PROCEDIMIENTO

Durante el laboratorio y para la realización del montaje a usar en este mismo, se hizo necesario el uso de los siguientes materiales:

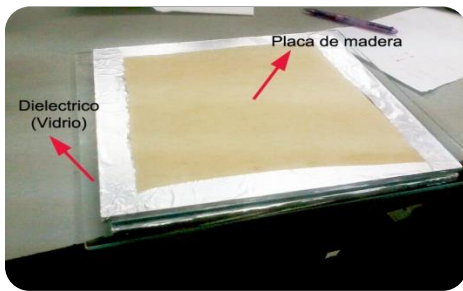
Materiales:

- 2 placas de madera MDF de 25 cm x 25 cm cada una.
- Papel aluminio (Material Electrodo).
- Acetato (Dieléctrico de 26,6 cm x 26,4 cm)
- Acrílico (Dieléctrico de 29,5 cm x 29,9 cm)
- Papel (Dieléctrico de 25,3 cm x 25,3 cm)
- Vidrio (Dieléctrico de 30,2 cm x 30 cm)
- Polietileno (Dieléctrico de 29,1 cm x 28,3 cm)
- Pegante
- 1 Multímetro UNIT-T 87.
- LRC Meter Modelo 186.

Montaje:

1. Se procede a forrar las placas de MDF con el papel aluminio dejando una pequeña solapa en la cara no forrada.
2. Se toma la medida del grosor de cada uno de los dieléctricos usar para saber la distancia de separación aproximada que tendrán las placas de madera cuando estos dieléctricos se coloquen en medio de las dos placas

de MDF. (de 4 a 5 medidas recomendadas)



3. En medio de las placas previamente forradas se coloca el dieléctrico a analizar.
4. Se prepara el LRC Meter y el multímetro para continua con la toma de los datos.
5. Tomando las terminales del LRC Meter se coloca cada uno sobre sobre cada una de la placas y se toma apuntes sobre los datos arrojados en la pantalla de este mismo instrumento. (De 4 a 5 medidas recomendadas)
6. Se procede igual que en el paso anterior haciendo uso del Multímetro. (De 4 a 5 medidas recomendadas)



7. Se repite desde el paso 3 hasta el 5 hasta que se tomen los respectivos datos de todos los dieléctricos.



8. Por último, después de tener todos los datos, se procede a hallar el error de los datos encontrados en la práctica comparándolos con los datos hallados teóricamente.

RESULTADOS

Cada una de las siguientes tablas muestra los datos obtenidos para cada dieléctrico:

Dieléctrico	Capacitancia Medida con LCR (nF)					\bar{X}
	1	2	3	4	5	
Acrílico	0,581	0,572	0,573	0,58	0,573	0,5758
Papel	9,86	10,23	10,39	10,42	10,57	10,294
Acetato	4,59	4,59	4,68	4,63	4,6	4,618
Vidrio	0,9924	0,9906	0,9923	0,9971	0,9919	0,9928
Polietileno	5,64	5,61	4,93	5,4	5,6	5,436

Tabla 1.2-Medida de la Capacitancia con LCR

	Capacitancia del Vidrio medida con Multímetro UNIT-T (nF)					\bar{X}
	1	2	3	4	5	
Con presión	1,23	1,21	1,24	1,22	1,22	1,224
Sin presión	1,03	1,01	1,016	1,024	1,036	1,0232

Tabla 1.3-Medida Capacitancia del vidrio aplicando y sin aplicar presión

Capacitancia del Polietileno medida con Multímetro UNIT-T (nF)						
	1	2	3	4	5	\bar{x}
Con presión	5,16	5,42	5,49	5,13	5,5	5,34
Sin presión	4,23	3,28	3,83	4,03	3,81	3,836

Capacitancia del Acrílico medida con Multímetro UNIT-T (nF)

	1	2	3	4	5	\bar{x}
Con presión	0,62	0,71	0,65	0,65	0,648	0,6556
Sin presión	0,6	0,63	0,641	0,63	0,63	0,6262

Tabla 1.4-Medida Capacitancia del acrílico aplicando y sin aplicar presión

Tabla 1.7-Medida Capacitancia del polietileno aplicando y sin aplicar presión

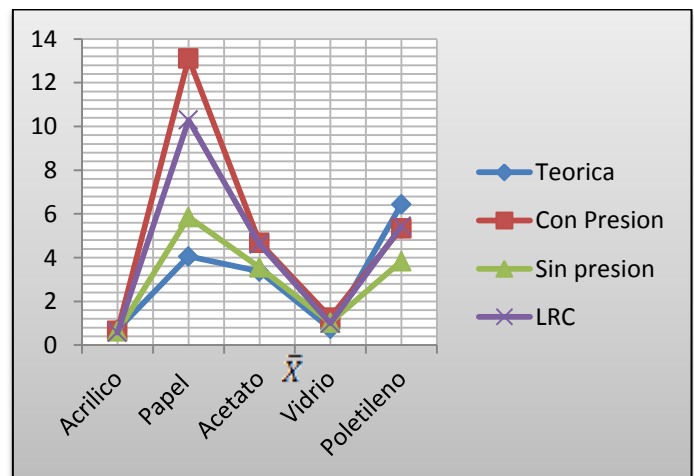
Dieléctrico	Capacitancia (nF)			
	Teórica	Multímetro		LRC
		Con Presión	Sin presión	
Acrílico	0,703	0,6556	0,6262	0,5758
Papel	12,73	13,114	5,856	10,294
Acetato	3,365	4,686	3,552	4,618
Vidrio	0,975	1,224	1,0232	0,99286
Polietileno	6,44	5,34	3,836	5,436

Capacitancia del Papel medida con Multímetro UNIT-T (nF)

	1	2	3	4	5	\bar{x}
Con presión	14,4	13,1	12,85	12,76	12,46	13,114
Sin presión	6,16	5,38	6,04	5,76	5,94	5,856

Tabla 1.5-Medida Capacitancia del papel aplicando y sin aplicar presión

Tabla 1.8-Resumen capacitancias medidas



Grafica 1.0-Grafica de las capacitancias obtenidas

Tabla 1.6-Medida Capacitancia del acetato aplicando y sin aplicar presión

Capacitancia del Acetato medida con Multímetro UNIT-T (nF)						
	1	2	3	4	5	\bar{x}
Con presión	4,66	4,64	4,67	4,79	4,67	4,686
Sin presión	3,62	3,6	3,58	3,47	3,49	3,552

Después de obtener todas las medidas se proceder a realizar el calcula para hallar los

errores y las incertidumbres de los respectivos datos obtenidos de capacitancia.

El error se halla mediante la formula

$$e\% = \left(\frac{\text{valor calculado} - \text{valor medido}}{\text{valor medido}} \right) * 100,$$

donde:

- El valor medio corresponde al valor promedio de las medidas de capacitancia tomadas durante la experiencia.
- El valor calculado corresponde al valor de la capacitancia calculado teóricamente.

Luego de hallar los errores se hallan las desviaciones estándar de los datos $p_f =$

$$\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Errores			
	Multimetro		LRC
	Con Presión	Sin presión	
Dieléctrico			
Acrílico	6,74253201	10,9246088	18,0938834
Papel	3,01649647	53,9984289	19,1358995
Acetato	39,2570579	5,55720654	37,2362556
Vidrio	25,5384615	4,94358974	1,83179487
Polietileno	17,0807453	40,4347826	15,5900621

Tabla 1.9-Tabla de errores obtenidos (%)

Desviaciones			
	Multimetro		LRC
	Con Presión	Sin presión	
Dieléctrico			
Acrílico	0,029486268	0,01377534	0,00386782
Papel	0,67479182	0,27170572	0,24237162
Acetato	0,053141321	0,06046487	0,03429286
Vidrio	0,010198039	0,00934666	0,00221504
Polietileno	0,161864141	0,31708674	0,26687825

Tabla1.10-Tabla de desviaciones estándar de los datos

Ya teniendo calculados los errores y desviaciones podemos ya tener una idea clara de las relaciones de las medidas

	Relación de medidas		
	Multimetro		LRC
Dieléctrico	Con Presión	Sin presión	
Acrílico	0,65±0,0294	0,62±0,0137	0,575±0,003
Papel	13,11±0,674	5,856±0,271	10,29±0,242
Acetato	4,686±0,053	3,552±0,060	4,618±0,034
Vidrio	1,262±0,030	1,023±0,009	0,992±0,002
Polietileno	5,34±0,161	3,836±0,317	5,43±0,266

Tabla1.11 –Tabla de relación de medidas

ANÁLISIS DE RESULTADOS

De manera conceptual se puede enunciar que la capacitancia, en efecto, depende de la geometría y las propiedades del material, pues de acuerdo a los errores calculados a partir de los datos obtenidos muestran, por ejemplo, que la manipulación de la separación entre las placas, es decir con presión y sin presión, afecta de manera significativa la medición de la capacitancia, siendo la segunda menor que la primera, lo cual podemos apreciar en la *Grafica 1.0*, la cual nos muestra la diferencia en las capacitancia de los materiales según su presión y resultado tanto teórico como experimental. Esto es debido a que al aumentar dicha distancia d la capacitancia disminuye pues entre ellas existe una relación inversamente proporcional.

Otro factor importante a tener en cuenta es el área de las placas usadas, que en nuestro caso

no se aprecia mucho su influencia pues esta fue estandarizada para los dieléctricos trabajados. Esta área influye de igual forma que la variación de la distancia entre las placas expuesta anteriormente, puesto que si las placas del capacitor son grandes, las cargas acumuladas se pueden distribuir sobre una área mucho mayor y la cantidad de carga que se puede almacenar sobre una placa para una diferencia de potencial dada se incrementa conforme aumenta el área de la placa. Todo esto confirmado ya que el área es directamente proporcional al valor de la capacitancia.

A la hora de cambiar los materiales usados como aislante durante la toma de datos se vio que la capacitancia del sistema se vio también modificada, esto es debido a que, según el tipo de cada material se produce esta variación. De acuerdo al material dieléctrico utilizado, la capacitancia se modifica, pues la constante dieléctrica, que es un parámetro característico de cada material, cuanto mayor sea, mayor será la capacitancia y viceversa, comprobando así que, la constante dieléctrica es un factor directo proporcional al valor de la capacitancia.

Dejando a un lado los parámetros geométricos y matemáticos, hay otros factores que influenciaron nuestros resultados durante el desarrollo de esta práctica, factores como los errores humanos, el estado de los materiales usados y los problemas de medición. Aspectos como la herramienta usada y el uso correcto de esta influye en nuestros datos finales. En nuestro caso hacer el contacto correcto entre los cables y las placas del capacitor; evitando el contacto de este con el dieléctrico; era un ámbito fundamental para una medición correcta y evitar alteraciones. De igual forma

era importante la limpieza de los materiales usados, pues su prolongada manipulación conlleva a variaciones de las propiedades como dieléctrico.

Dejando a un lado todo lo anterior, podemos enunciar los principios prácticos de un capacitor y analizar la posibilidad de usar alguno de ellos con nuestra configuración. En algún caso en particular, este capacitor podría ser usado como un tipo de batería, un método alternativo de usar mejor la energía, pero juzgando por la capacidad de almacenamiento de nuestro capacitor esta es muy pequeña, cuestión que limita el uso de este y de los capacitores en general.

CONCLUSIONES

En un capacitor pueden influir muchos factores internos, como los materiales que se usan para el diseño de dicho capacitor, o factores externos, como el medio que lo rodea o la fricción del aire.

Se comprobó experimentalmente que la capacitancia depende de la geometría de las placas puesto que a diferentes áreas, varían los resultados, al igual que al usar otros dieléctricos y al variar la distancia entre las placas, todo esto se apoya de la cercanía entre lo predicho por la teoría y los datos obtenidos en el laboratorio.

A partir de los resultados obtenidos de las capacitancias medidas con el LCR de los 5 dieléctricos se logró observar que el material con más aproximación a la capacitancia calculada teóricamente es el vidrio.

Los errores obtenidos en el cálculo de las capacitancias prácticas y teóricas se deben a errores humanos y factores como por ejemplo la variación de la presión ejercida

sobre el capacitor de placas paralelas al momento de tomar las distintas medidas.

El valor de las capacitancias medidas con el multímetro es mayor cuando se ejerce presión sobre las placas paralelas que cuando no se hace.

El material que presenta mayor diferencia entre las capacitancias medidas con el LCR, el multímetro y la teórica, es el papel.

BIBLIOGRAFIA

- [1] ZAHN, Markus. "Teoría Electromagnética". México; MacGraw-Hill, 1991
- [2] HAYT, Jr. William. "Teoría electromagnética." MacGraw-Hill. 1991,

Quinta Edición. [3] SERWAY, Raymond A. Electricidad y Magnetismo. Capítulo 3: Potencial Eléctrico. Págs. 59-65.

[4] WOLF, Stanley. "Guía para Mediciones Electrónicas y Prácticas de Laboratorio".

[5] The Chart of Dielectric Constants of Common Materials. http://www.rafoeg.de/20,Dokumentenarchiv/20,Daten/dielectric_chart.pdf

[6] Franco García, Angel. "Física con Ordenador" [en línea]. Diciembre del 2010. Disponible en la Web: <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>.