

Trabajo Práctico N°4

Estudio de capacitores

FABIÁN SHALÓM (*fabianshalom@hotmail.com*)

TOMÁS CORTI (*tomascorti@fibertel.com.ar*)

RAMIRO OLIVERA (*ramaolivera@hotmail.com*)

MAYO DE 2004

CÁTEDRA DE FÍSICA II - ESCUELA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN MARTÍN

Objetivo

El objetivo de este trabajo es estudiar el comportamiento de los capacitores en circuitos RC de cargas y descargas, además el estudio físico de un capacitor de placas paralelas.

Materiales y Métodos

- Baterías ($\epsilon = 5V$)
- Resistencias
- Capacitor de placas paralelas de 20cm x 20cm
- Sistema de adquisición de datos MPLI conectado con una PC
- Pulsador
- Placas de vidrio de diversos espesores
- Placas de acrílico de diversos espesores
- Tester
- Espaciadores plásticos aislantes
- Calibre

Desarrollo

Primera Parte

En la primera parte del trabajo experimental se procedió al armado del circuito RC descrito en la Figura 1.

A partir del circuito realizado se aplicó tensión continua y se procedió a medir la tensión en los bornes del capacitor a través del sistema MPLI. Según *Halliday et. al (1994)*[1], mientras un capacitor se está cargando, la tensión varía en función del tiempo según la ecuación 1.

$$V_c = V_{bat}(1 - e^{-t/\tau}) \quad (1)$$

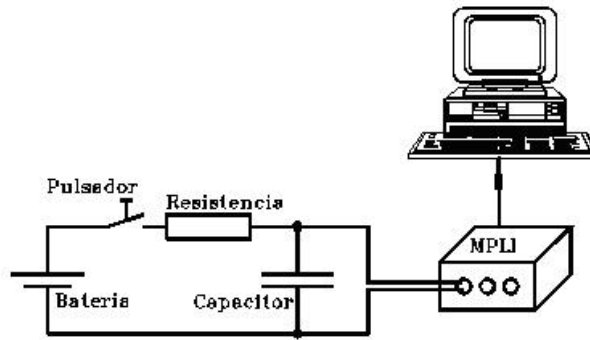


Figura 1: Esquema del circuito utilizado para la primer parte del trabajo de laboratorio.

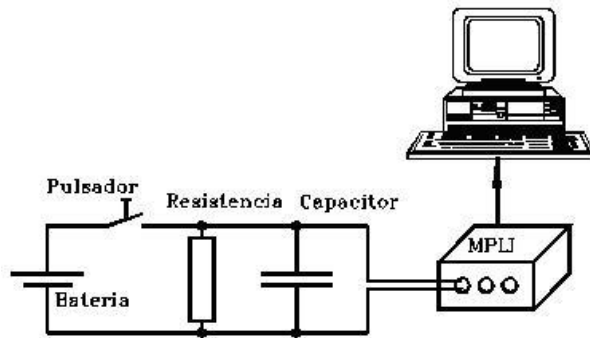


Figura 2: Esquema del segundo circuito utilizado para la primer parte del trabajo de laboratorio.

donde τ es el producto entre la resistencia y la capacitancia del circuito.

Luego se procedió al armado del nuevo circuito experimental, descrito en la Figura 2, en el cual se procedió a medir τ a partir de la descarga del capacitor. En la descarga de un capacitor, la tensión varía según la ecuación 2.

$$V_c = V_{bat}(e^{-t/\tau}) \quad (2)$$

Se procedió a calcular el valor de τ a partir de los dos circuitos experimentales y a comparar las magnitudes alcanzadas.

Segunda Parte

En la segunda parte del trabajo experiemntal primero se procedió a medir el valor de la constante ϵ_0 . Luego con este valor se procedió a calcular la constante dieléctrica para diversos materiales como vidrio y acrílico.

Se colocó un capacitor de placas paralelas de area $A = 20cm * 20cm$, cuya capacitancia se midió utilizando un tester. Entre las placas del capacitor se colocaron diversos materiales (aire, vidrio y acrílico) y a su vez diversos espesores de los mismos. En el capacitor con aire entre la placas se procedió a graficar la capacitancia en función del cociente entre el área del capacitor y la distancia entre placas, a fin de que la pendiente de la recta sea igual a la constante ϵ_0 . Luego en el caso del vidrio y del acrílico se procedió a graficar la capacitancia en función del cociente entre el producto entre la constante ϵ_0 y el área y la distancia entre placas ($\epsilon_0 A/d$).

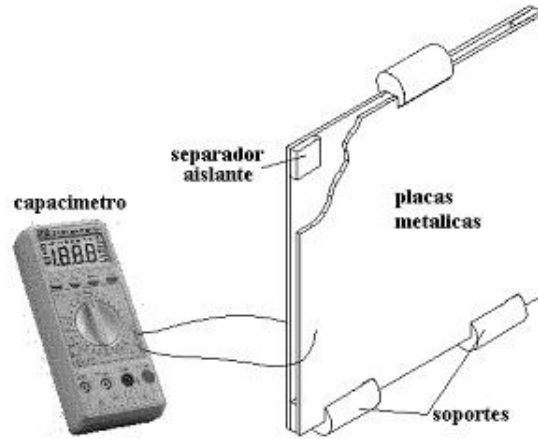


Figura 3: Esquema del dispositivo utilizado a fin de calcular la capacitancia entre las placas del capacitor de placas paralelas.

Resultados

Primera Parte

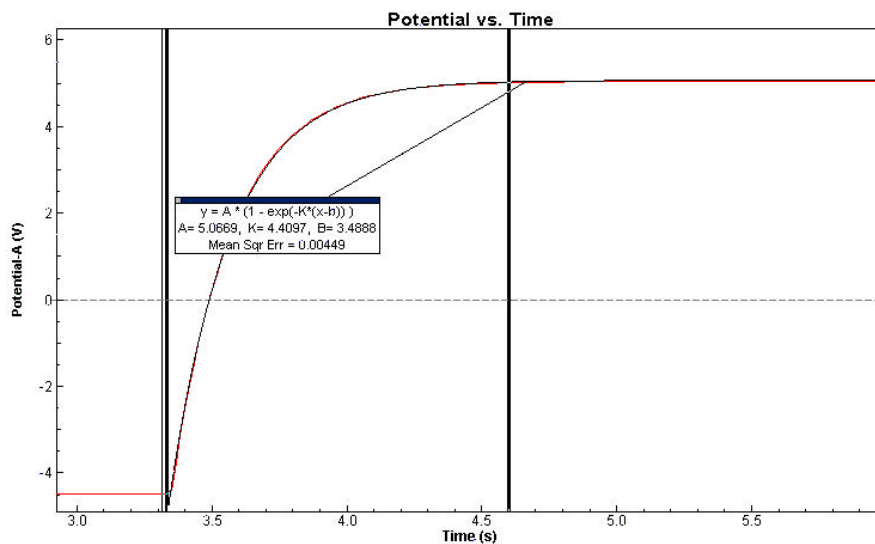


Figura 4: Relación entre el potencial medido a partir del MPLI en función del tiempo durante la carga del capacitor.

A partir de la carga del capacitor, se procedió a calcular el valor de τ a partir de la ecuación 1. La resistencia utilizada tenía un $R = 470 \pm 25K\Omega$ y la capacitancia medida a partir del capacitor utilizado fue de $C = 0,41\mu F$. Por lo tanto el valor nominal de τ es igual al producto entre la resistencia y la capacitancia.

$$\tau = RC \quad (3)$$

$$= 470K\Omega 0,41\mu F \quad (4)$$

$$= 0,193s \quad (5)$$

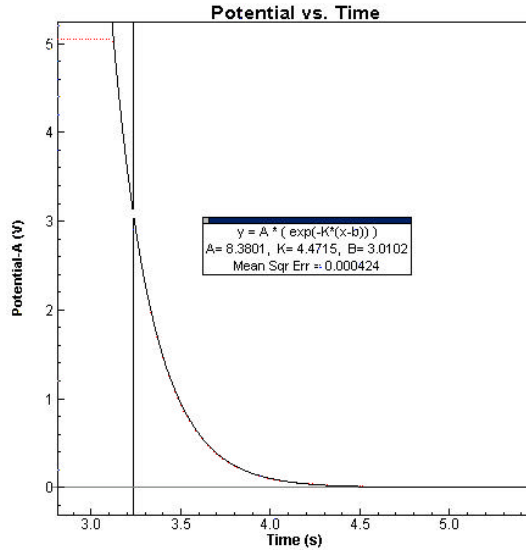


Figura 5: Relación entre el potencial medido a partir del MPLI en función del tiempo durante la descarga del capacitor.

Aire		Vidrio		Acrílico	
Dist.[mm]	Capac.[pF]	Dist.[mm]	Capac.[pF]	Dist.[mm]	Capac.[pF]
1.90	186	3.75	402	1.90	383
2.35	150	2.77	490	2.35	329
2.90	127	6.52	290	2.90	291
3.70	105	5.54	320	3.70	249
4.50	87	9.29	224	4.50	216
		7.50	260		

Tabla 1: Resultados obtenidos para los diferentes dieléctricos utilizados.

Según las mediciones realizadas a partir del sistema MPLI, la línea de tendencia que se ajusta a la carga del capacitor es de la forma: $V_c = 5V(e^{-t/4,45})$ (Ver Figura 4). Considerando que $k = 4,45 = 1/RC$ entonces la magnitud de RC alcanzada es de $RC = 0,220s$.

A partir de la descarga del capacitor se ajustó una línea de tendencia cuya relación es $V_c = 5V(1 - e^{-t/4,40s})$ (Ver Figura 5). Por lo tanto el valor de la constante τ , la cual equivale al producto entre la resistencia la capacitancia es igual a $\tau = 0,227s$.

Segunda Parte

A partir de las mediciones realizadas con el capacitor cuyo dieléctrico era de aire ($k_e = 1,00059$) se procedió a confeccionar la Figura 6. Para la realización de la misma se consideró que la constante dieléctrica del aire es igual a cero ($k_{e(Aire)} \equiv 0$).

El valor de la constante ϵ_0 alcanzado fue de $\epsilon_0 = 9,1 \pm 0,2pF/mm$. Los resultados obtenidos con los diferentes dieléctricos se presentan en la Tabla 1.

A partir de los datos obtenidos con las mediciones utilizando un capacitor con un dieléctrico de vidrio entre sus placas se confeccionó la Figura 7, utilizando los datos que se presentan en la tabla 1. En la mencionada Figura se representa la relación que existe entre la capacitancia medida a partir del tester y el cociente del producto de la constante ϵ_0 y el área sobre la distancia entre las placas. A partir de este

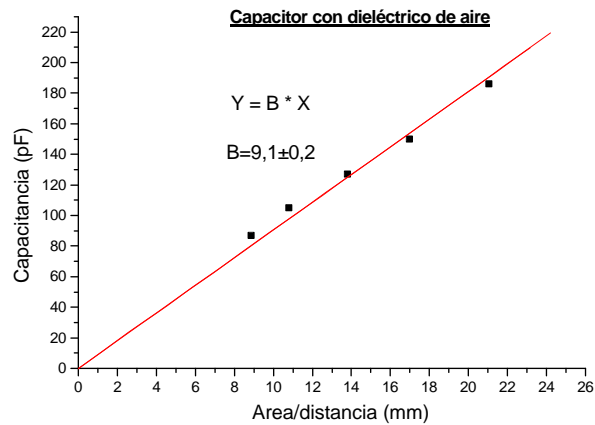


Figura 6: Relación entre la capacitancia y el cociente entre el area y la distancia.

gráfico, la pendiente es igual a la constante dieléctrica (k_e) del material entre las placas, en este caso el vidrio. Por lo tanto el k_e del vidrio es igual a $k_e = 4,4 \pm 0,3$.

La última actividad de laboratorio realizada fue igual que la que anterior, la medición de la constante dieléctrica del vidrio, pero en este caso se utilizó acrílico. Se realizaron las mediciones correspondientes, las cuales se presentan en la Tabla 1 y a partir de las mismas se confeccionó la Figura 8. A partir de los datos de la mencionada Figura, se puede extraer el valor de la constante dieléctrica del acrílico el cual es igual a $k_e = 2,2 \pm 0,1$.

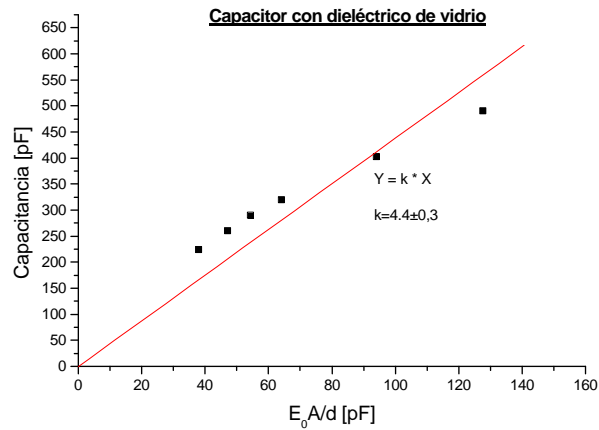


Figura 7: Relación entre la capacitancia y el cociente entre el producto de ϵ_0 y el area y la distancia utilizando vidrio como dieléctrico.

Conclusiones

Las magnitudes medidas para la constante τ del circuito se condicen con el valor nominal calculado a partir del producto entre la resistencia y la capacitancia nominales. Los valores alcanzados para τ fueron de $\tau = 0,220s$ a partir de la carga del capacitor y de $\tau = 0,227s$ a partir de la descarga del capacitor, mientras que el valor nominal es de $\tau = 0,193s$.

A partir de la utilización de un capacitor con aire entre sus placas se alcanzó un valor de $\epsilon_0 = 9,91 \pm 0,2pF/mm$, el cual se corresponde con el valor nominal cuya magnitud es de $\epsilon_0 = 8,85pF/mm$.

El valor de la constante dieléctrica calculada para el vidrio fue de $k_e = 4,4 \pm 0,3$. Esta magnitud se corresponde con el valor nominal, el cual según FIS (2003)[2] es igual a $k_e = 4,5$.

Los cálculos realizados a partir de las mediciones arrojaron un valor para la constante dieléctrica del acrílico de $k_e = 2,2 \pm 0,1$.

Referencias

- [1] **Halliday, Resnik y Krane** (1994) *Física para estudiantes de Ciencia y Tecnología* - 4^{ta} Ed. - Vol. 1 - México.
- [2] **FIS** (2003) *Electricidad y Magnetismo* - <http://falicov.fis.puc.cl/~rramirez/em/em6.pdf>

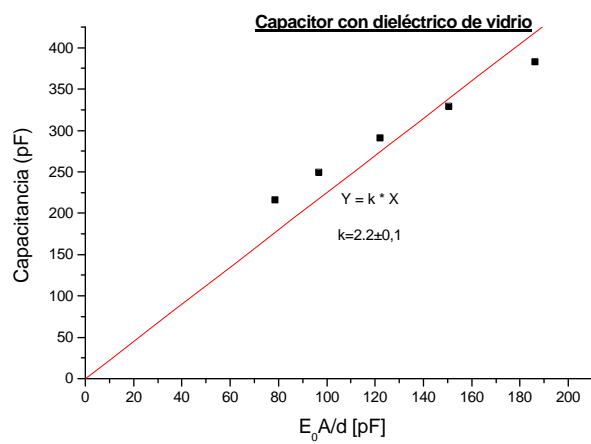


Figura 8: Relación entre la capacitancia y el cociente entre el producto de ϵ_0 y el area y la distancia medidos utilizando acrílico como dieléctrico.