

**Instituto Politécnico Nacional.**  
**Escuela Superior de Física y Matemáticas.**  
**Laboratorio de física III.**

**Practica No.4      Capacitores.**

**OBJETIVOS.**

- a) Comprender el principio de funcionamiento del puente de impedancias, su uso y manejo en la medición de resistencias, capacitancias e inductancias.
- b) Estudiar la capacitancia en función del voltaje aplicado a las placas del capacitor.
- c) Estudiar la capacitancia de los capacitores de placas planas y paralelas en función de: área de las placas ( $A$ ) y distancia de separación de placas ( $d$ ).
- d) Con ayuda del capacitor de placas planas y paralelas, obtener la constante dieléctrica de diferentes materiales.

**INTRODUCCIÓN.**

Un capacitor es un dispositivo eléctrico, formado por dos conductores aislados entre si, que al aplicarles una diferencia de potencial  $V$ , se reacomoda su carga eléctrica, uno queda con carga  $+Q$  y el otro con carga  $-Q$  de esta forma se dice que el capacitor esta cargado. Fig 1

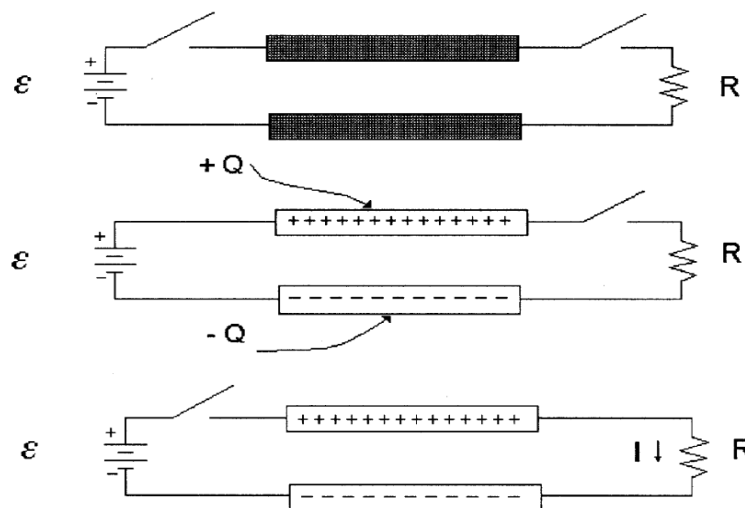


FIGURA 1

Un capacitor cargado puede activar un circuito eléctrico.

Se define la capacitancia de un capacitor como:

$$C = \frac{Q}{V} \quad \dots (1)$$

La unidad de capacitancia es:

$$C = \frac{\text{Coulomb}}{\text{Volt}} = \text{Farad} \quad \dots (2)$$

Los valores más comunes de capacitancia son

$$\begin{aligned} 1\mu\text{F} &= 10^{-6} \text{ F} \\ 1\text{nF} &= 10^{-9} \text{ F} \\ 1\text{pF} &= 10^{-12} \text{ F} \end{aligned}$$

Para un capacitor de placas planas y paralelas se tiene:

$$C = \epsilon \frac{A}{d} \quad \dots (3)$$

Donde  $\epsilon = \epsilon_0 \epsilon_r$

$$\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \frac{\text{F}}{\text{m}} \quad \dots (4)$$

$\epsilon_r$  constante dieléctrica

Sabemos que para un capacitor de placas planas y paralelas se tiene:

$$E = \frac{V}{d} \therefore V = Ed \quad ; \quad E = \frac{\sigma}{\epsilon_0} = \frac{Q}{\epsilon_0 A} \quad ; \quad V = \frac{Qd}{\epsilon_0 A} \quad ; \quad C = \frac{Q}{V} = \frac{Q}{\frac{Qd}{\epsilon_0 A}} = \frac{\epsilon_0 A}{d}$$

## Puente de impedancias.

Es un dispositivo que se emplea en la medición de resistencias, capacitancias e inductancias. El principio de funcionamiento esta en relación al diagrama de la siguiente figura.

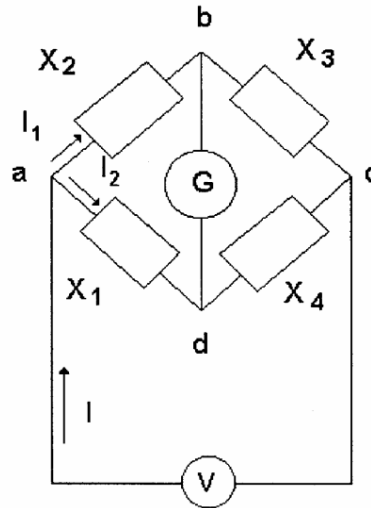


FIGURA 2 . PUENTE DE IMPEDANCIAS .

El puente de impedancias tiene un galvanómetro de alta sensibilidad como dispositivo indicador, cuatro elementos conectados como se indica en la figura y una fuente de voltaje de c.d.

El galvanómetro sirve de indicador a cero y pone de manifiesto la condición de equilibrio. Este diagrama representa al tipo más común, llamado puente de Wheatstone.

En principio, la medición se basa en la condición de equilibrio del puente, la cual se cumple cuando entre los puntos b y d no circula corriente y por lo tanto se debe cumplir que:

$$I_1 X_2 = I_2 X_1 \quad \dots (5)$$

$$I_1 X_3 = I_2 X_4 \quad \dots (6)$$

De (5)

$$I_1 = \frac{I_2 X_1}{X_2} \quad \dots (7)$$

Sustituyendo en (6)

$$\frac{I_2 X_1 X_3}{X_2} = I_2 X_4 \quad \dots (8)$$

Por lo que:

$$X_3 X_1 = X_2 X_4 \quad \dots (9)$$

Siendo las X resistencias, capacitores o inductores (bobinas), por lo tanto conociendo tres elementos es posible calcular el cuarto elemento.

Si se desconoce  $X_4$  se puede calibrar el puente para que una variación de  $X_4$  corresponda al factor

$$\frac{X_3 X_1}{X_2} \quad \dots (10)$$

y se pueda medir directamente en la escala el valor de  $X_4$

## PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL.

1) El Profesor le dará una amplia explicación sobre el uso y manejo del puente de impedancias y el alumno medirá 10 resistencias, 10 capacitores y 10 bobinas.

2) El alumno obtendrá la capacitancia en función del voltaje aplicado a las placas del capacitor y la carga de una de sus placas.

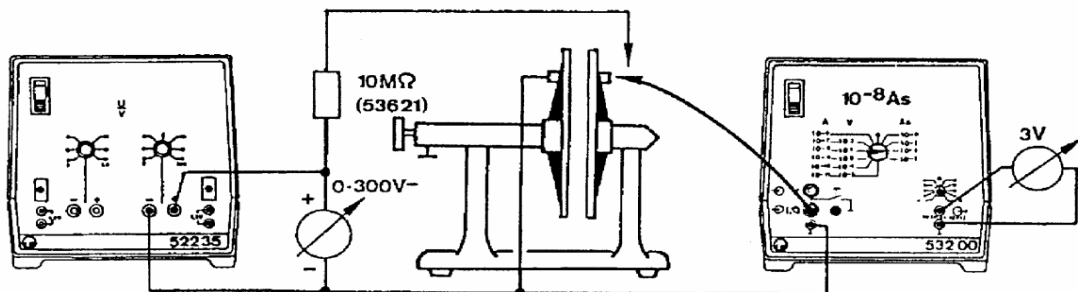


FIGURA 3.

Conecte el equipo como se indica en la figura 3.

a) Separe las placas del capacitor a 2 mm con ayuda del tornillo micrométrico que dispone este aparato.

b) Aplique por medio de la fuente de c.d. voltajes de 10 en 10 hasta 100V y mida por medio del amplificador lineal la carga de una de las placas para cada voltaje aplicado.

c) Con sus datos complete la siguiente tabla.

V (Volts)	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.
$Q_1$ (Coul)										
$Q_2$										
$Q_3$										
$Q_{\text{promedio}}$										

Tabla 1

d) Haga una gráfica de  $Q = f(V)$  y con el método de mínimos cuadrados realice el ajuste correspondiente.

e) Con la función encontrada obtenga el valor de C. Posteriormente con el puente de impedancias mida directamente la capacitancia y determine el error porcentual, finalmente explique resultados.

**3) El alumno medirá la capacitancia como función de la distancia de separación de placas del capacitor.**

a) Con el capacitor de placas planas y el puente de impedancias, mida la capacitancia para diferentes distancias entre placas, iniciando en 2 mm y cambiando de 2 en 2 hasta 20 mm.

b) Con sus datos complete la siguiente tabla.

d	2.0	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
---	-----	-----	-----	-----	------	------	------	------	------	------

(mm)										
C Farad										

Tabla 2

c) Construya una gráfica capacitancia vs distancia de separación, proponga la función  $C = f(d)$  de la curva que mejor represente los puntos experimentales (si se le dificulta puede hacer un cambio de variable) y ajuste dicha función por el método de mínimo cuadrados, trace la curva ajustada en la gráfica C vs d

d) Interprete el significado físico de las constantes de la función ajustada.

e) Mida el diámetro del capacitor de placas planas y con la función encontrada determine el valor de  $\epsilon_0$  y obtenga el error porcentual con respecto al valor teórico

Finalmente exponga sus conclusiones de los resultados obtenidos.

#### 4) Obtener la constante dieléctrica de diferentes materiales.

a) Ponga entre las placas del capacitor de placas planas y paralelas, uno de los dieléctricos que se le proporcionen, junte las placas justamente al espesor del material y mida esta distancia de separación en el vernier del capacitor y anótela, conecte el puente de impedancias y mida la capacitancia  $C_d$ , y anótela, forme una tabla de datos.

b) Saque el dieléctrico del capacitor y ponga la distancia entre placas igual a la que midió cuando tenía el dieléctrico, mida con el puente de impedancias la capacitancia  $C_a$ , y anótela

c) Repita a) y b) para los materiales restantes y llene la tabla.

Material	Espesor	$C_{dielec}$ (Farad)	$C_{aire}$ (Farad)	$\epsilon_r$
Asbesto				
Madera				
Vidrio				
Seluron				
Plástico				

Tabla 3

- d) Obtenga la constante dieléctrica para cada material por medio de la relación  $C_d$  entre  $C_a$ , y compare este valor con los valores teóricos que se dan en tablas. (Busque en un libro adecuado).
- e) Finalmente discuta resultados y exponga sus conclusiones generales.

### **EQUIPO.**

- 1) Capacitor de placas planas.
- 2) Puente de impedancia.
- 3) Multímetro.
- 4) Fuente de c.d.
- 5) Amplificador lineal.
- 6) Resistencias de varios valores.
- 7) Capacitores de diferentes valores.
- 8) Flexómetro.
- 9) Placas de diferente material.

**ELABORO: PROF. ENRIQUE SALGADO RUIZ.**