

Carga y descarga simultánea de un condensador

Material

Voltímetro digital
 Juego de resistencias
 Pila de petaca de 4,5 V
 Cables de conexión

1.-Fundamento

Primera parte

En un circuito como el de la figura 1, la pila está suministrando carga al condensador y de forma simultánea éste se está descargando a través de una resistencia R_D que es combinación en paralelo de la resistencia R_2 y la resistencia R_V del propio voltímetro

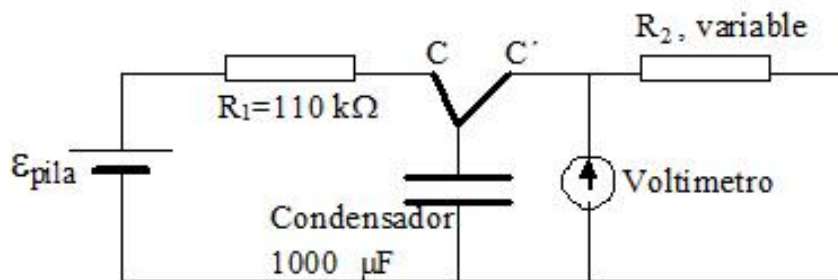


Fig.1

En el experimento se mantienen constantes la fuerza electromotriz de la pila ϵ_p , la resistencia R_1 y la R_v del voltímetro y se varía la resistencia R_2 . Inicialmente se coloca una resistencia R_2 y el condensador que está descargado, se carga hasta un cierto valor y esto ocurre así porque a través de C llega una intensidad I_1 al condensador, pero a través de C' el condensador se descarga siendo I_2 la intensidad que circula por R_2 .

Cuando la corriente que llega al condensador se iguala con la que lo abandona, la caída de tensión en él se mantiene fija. La caída de tensión en el condensador la mide el voltímetro y la designamos ϵ_c .

$$I_1 = \frac{\epsilon_p - \epsilon_c}{R_1} \quad ; \quad I_2 = \frac{\epsilon_c}{R_D} \quad \Rightarrow \quad \frac{\epsilon_p - \epsilon_c}{R_1} = \frac{\epsilon_c}{R_D} = \frac{\epsilon_c}{\frac{R_2 R_V}{R_2 + R_V}} = \frac{\epsilon_c (R_2 + R_V)}{R_2 R_V} = \frac{\epsilon_c}{R_V} + \frac{\epsilon_c}{R_2} \quad \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \quad \frac{\epsilon_p}{\epsilon_c} - 1 = \frac{R_1}{R_V} + \frac{R_1}{R_2} \quad \Rightarrow \quad \frac{\epsilon_p}{\epsilon_c} = \frac{R_1}{R_2} + \left(1 + \frac{R_1}{R_V} \right) \quad (1)$$

En la ecuación (1) son constantes durante el experimento ε_p y R_1 y variables, entre sí dependientes, ε_C y R_2 . Al representar $\frac{\varepsilon_p}{\varepsilon_C}$ en el eje de ordenadas frente a $\frac{R_1}{R_2}$ en el de abscisas se obtiene una línea recta cuya ordenada en el origen es $1 + \frac{R_1}{R_v}$

Segunda parte

El circuito de la figura 2 es esencialmente igual al de la figura 1, salvo en la colocación del voltímetro y que aquí R_2 es fijo durante el experimento y R_1 variable.

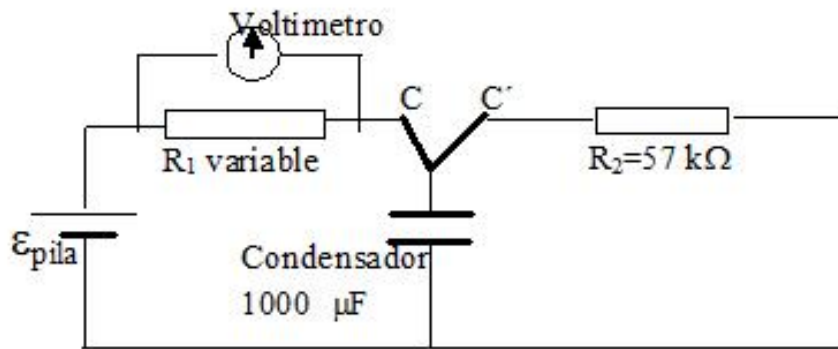


Fig.2

Con el mismo argumento empleado en la primera parte

$$I_1 = \frac{\varepsilon_p - \varepsilon_C}{R_D} ; I_2 = \frac{\varepsilon_C}{R_2} \Rightarrow \frac{\varepsilon_p - \varepsilon_C}{R_D} = \frac{\varepsilon_C}{R_2} \Rightarrow \frac{\varepsilon_p - \varepsilon_C}{\frac{R_1 R_v}{R_1 + R_v}} = \frac{\varepsilon_C}{R_2} \Rightarrow \frac{(\varepsilon_p - \varepsilon_C)(R_1 + R_v)}{R_1 R_v} = \frac{\varepsilon_C}{R_2} \Rightarrow$$

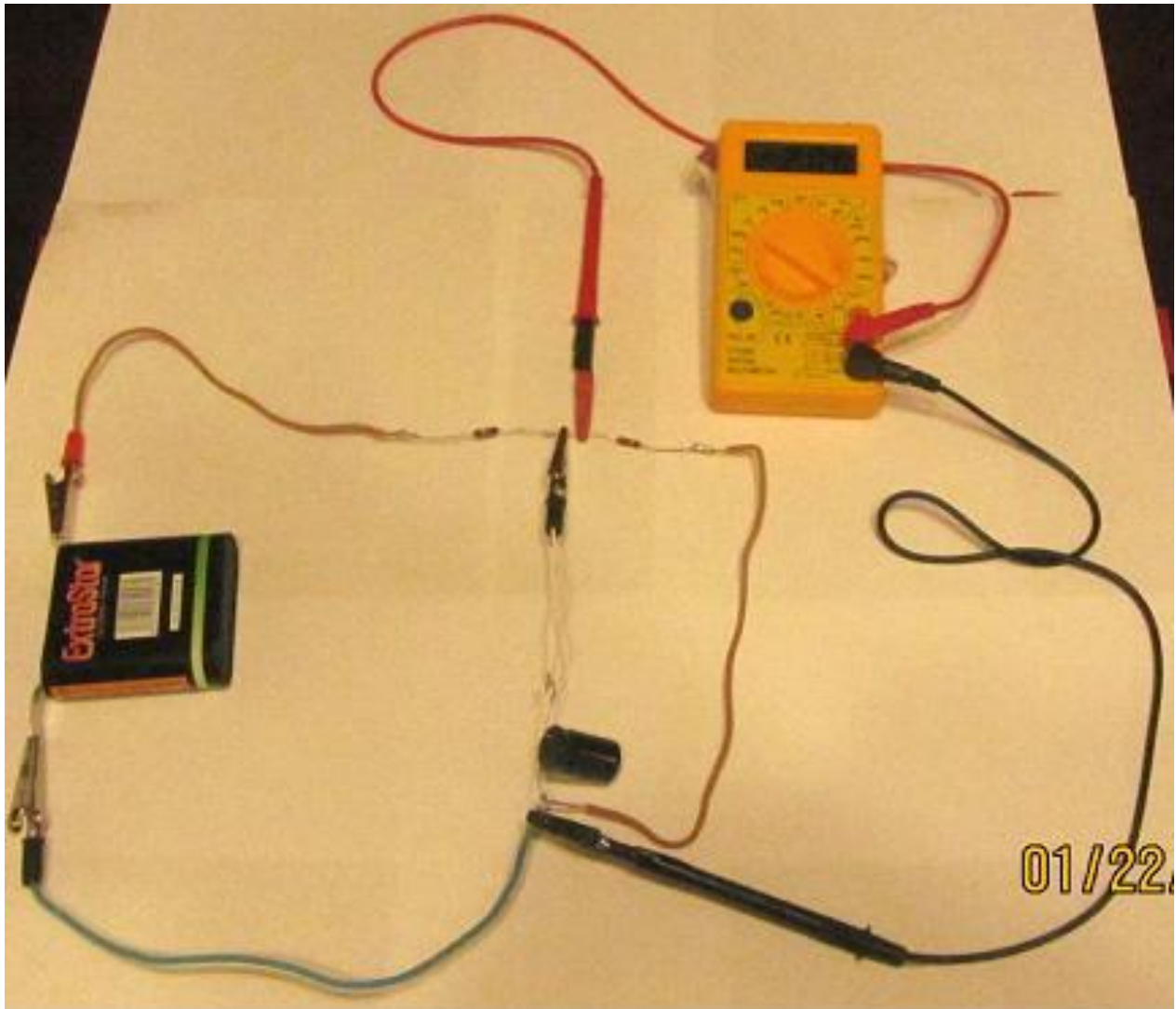
$$\Rightarrow (\varepsilon_p - \varepsilon_C)(R_1 + R_v) = \frac{\varepsilon_C R_1 R_v}{R_2} \Rightarrow \frac{\varepsilon_p - \varepsilon_C}{\varepsilon_C} = \frac{R_1 R_v}{R_2 (R_1 + R_v)} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{\varepsilon_C}{\varepsilon_p - \varepsilon_C} = \frac{R_2 (R_1 + R_v)}{R_1 R_v} \Rightarrow \frac{\varepsilon_C}{\varepsilon_p - \varepsilon_C} = \frac{R_2}{R_1} + \frac{R_2}{R_v} \quad (2)$$

Según la ecuación (2) al representar $\frac{\varepsilon_C}{\varepsilon_p - \varepsilon_C}$ en el eje de ordenadas frente a $\frac{R_2}{R_1}$ en el de abscisas se

obtiene una línea recta cuya ordenada en el origen es $\frac{R_2}{R_v}$

Aviso muy importante. El condensador es electrolítico y es imprescindible respetar su polaridad, por tanto, el polo positivo de la pila se une al terminal positivo del condensador y el negativo de la pila al negativo del condensador. El condensador lleva una banda impresa al lado del borne negativo y dentro de ella el signo menos repetido.



Fotografía 1.- Esta fotografía se corresponde con la figura 1. La resistencia de la izquierda es de $110\text{ k}\Omega$ y la que está a la derecha es variable a lo largo del experimento. El voltímetro está colocado entre los bornes de la resistencia variable.

b) Con los valores de la tabla I , represente R_1/R_2 en el eje de abscisas frente a $\varepsilon_p/\varepsilon_C$ en el eje de ordenadas. Establezca la ecuación de la recta y a partir de la ordenada en el origen calcule la resistencia interna del voltímetro.

Segunda parte

c) Monte el circuito de la figura 2.. Mida con el multímetro la resistencia R_2 y la caída de tensión en la pila ε_p . Con el juego de resistencias realice combinaciones para obtener distintos valores de R_1 . Con cada valor de R_1 mida la caída de tensión máxima en el condensador y disponga los valores en la tabla II.

Tabla II

$R_2 =$ $k\Omega$; $\varepsilon_p =$ V

$R_1/k\Omega$									
ε_R/V									
ε_C/V									
R_2/R_1									
$\varepsilon_C/(\varepsilon_p - \varepsilon_C)$									

d) Con los valores de la tabla II , represente R_2/R_1 en el eje de abscisas frente a $\varepsilon_C/(\varepsilon_p - \varepsilon_C)$ en el eje de ordenadas. Establezca la ecuación de la recta y a partir de la ordenada en el origen calcule la resistencia interna del voltímetro.