

# Descarga entre condensadores (II)

## Introducción

En este experimento se carga un condensador  $C_1$  a una diferencia de potencial  $\varepsilon$ . Luego se descarga a un segundo condensador de capacidad  $C_2$  ( $C_2 < C_1$ ) a través de una resistencia  $R$ . Se miden las diferencias de potencial en ambos condensadores y en la resistencia, en función del tiempo. Se calcula el valor de la resistencia  $R$ , a partir de las curvas obtenidas, representando las diferencias de potencial frente al tiempo.

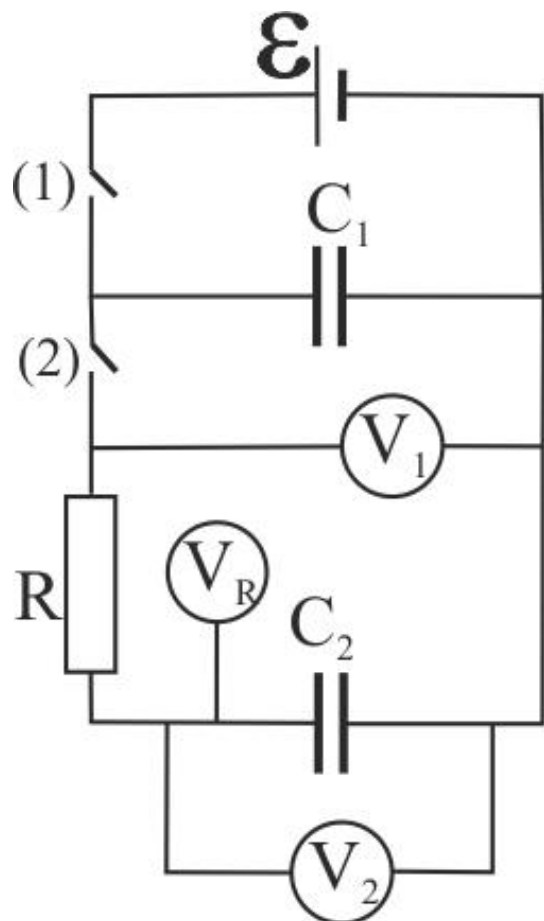
## Material

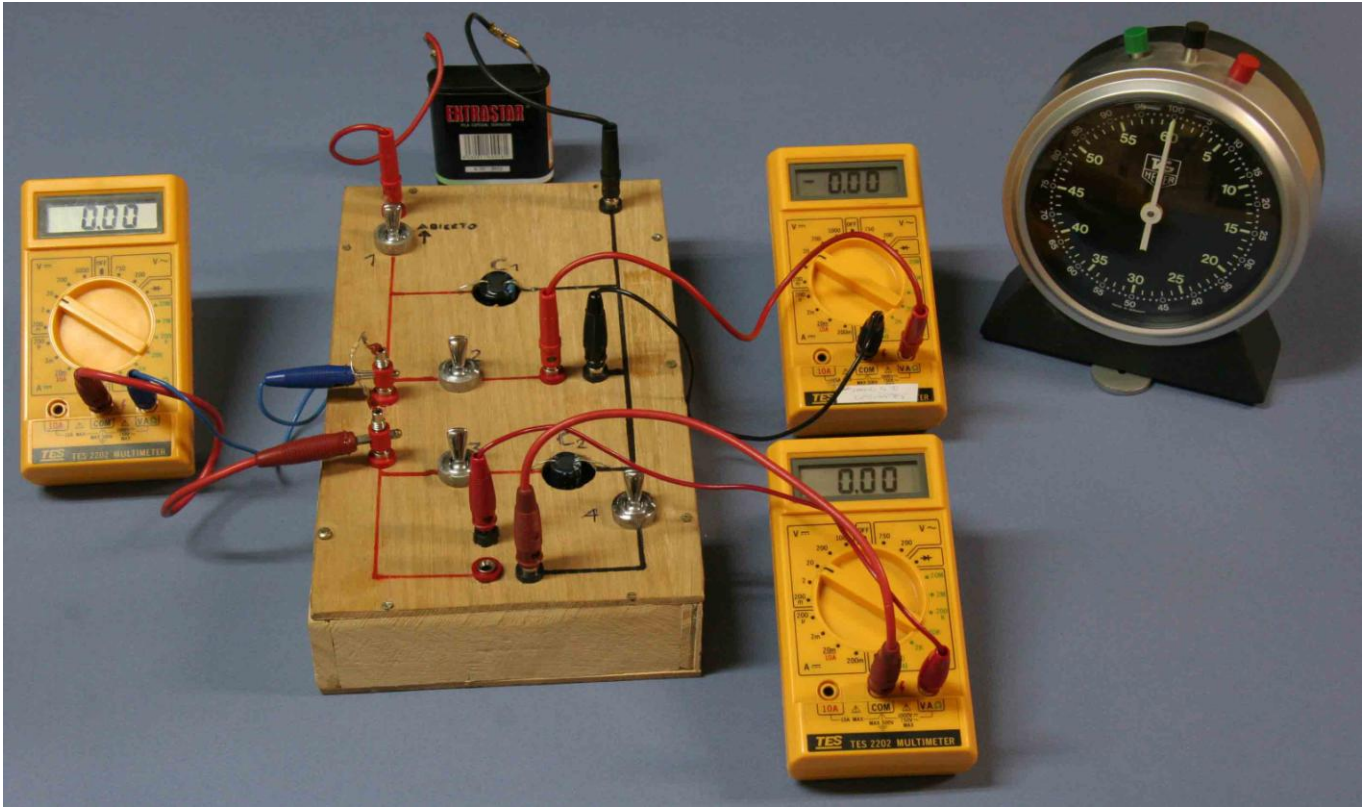
Condensadores electrolíticos de  $1000 \mu\text{F}$  y  $470 \mu\text{F}$   
Pila de petaca de  $4,5 \text{ V}$   
Interruptor  
Cables de conexión  
Voltímetros de corriente continua. (3)  
Cronómetro  
Resistencia del orden de  $10^5 \Omega$ .

## Montaje

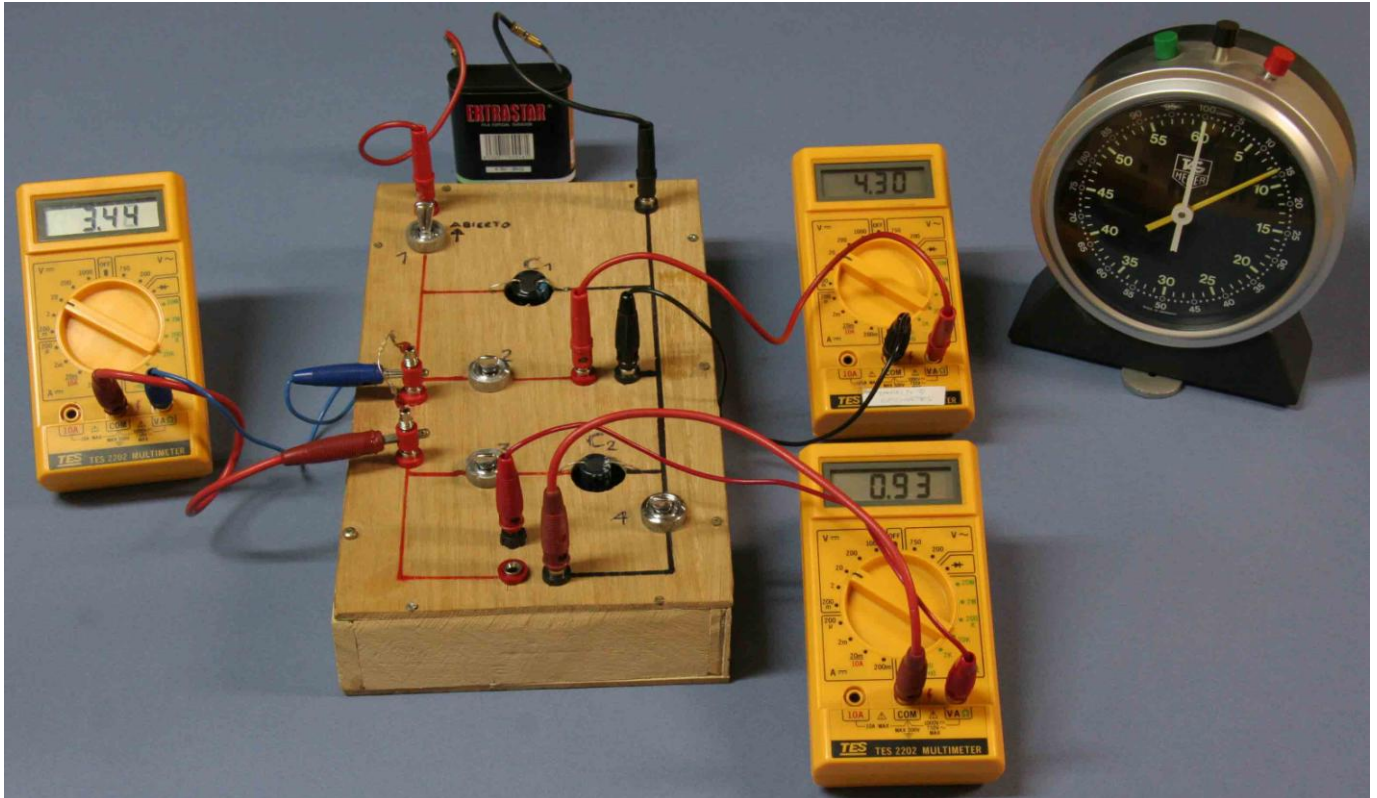
1) Realice un montaje eléctrico como el del esquema.

*Nota.* Con este montaje son necesarios cuatro alumnos, tres que miden las indicaciones de los tres voltímetros y un cuarto que controla el cronómetro. Este alumno indica a los otros tres cuándo deben medir simultáneamente los voltajes. Si solamente son dos alumnos entonces uno controla el cronómetro y otro el voltímetro, pero será necesario repetir la operación tres veces colocando el voltímetro sucesivamente en las tres posiciones indicadas en el esquema. En cada operación habrá que cargar el condensador  $C_1$





Fotografía 1.- Este es el circuito eléctrico que se corresponde con el esquema y está construido en una caja de madera. Los cables de conexión están en el interior de la caja y las conexiones de esos cables se indican en el dibujo de la tapa. Todos los interruptores están abiertos y por ello los voltímetros indican cero voltios.



Fotografía 2.- El circuito está en funcionamiento, los interruptores 2, 3 y 4 están cerrados y el 1 abierto aislando la pila. Los voltímetros indican los voltajes y el reloj el tiempo.

**2.- Al iniciar las medidas, asegúrese de que los condensadores están completamente descargados.**

Cargue el condensador  $C_1$  cerrando el interruptor (1), después abra el interruptor (1) y cierre (2), (3) y (4) para descargar  $C_1$  a través de  $R$ , midiendo la caída de tensión  $V_1$  y  $V_2$  en los dos condensadores y en la resistencia  $V_R$  en función del tiempo. Anote los valores en la Tabla I.

Tabla I

<b>Tiempo,</b> <b>t/s</b>											
<b>Voltaje,</b> <b><math>V_1/V</math></b>											
<b>Voltaje,</b> <b><math>V_R/V</math></b>											
<b>Voltaje,</b> <b><math>V_2/V</math></b>											

3.- Haga la representación gráfica de la Tabla I. El tiempo en el eje de abscisas y las diferencias de potencial en el de ordenadas.

4.- Cuando tenga la representación gráfica comprobará, que la forma de las curvas parece indicar que se pueden representar mediante funciones exponenciales.

4.1.- Deduzca restando las ordenadas correspondientes al valor de cada abscisa, que:

$$V_R = V_1 - V_2$$

Las curvas  $V_1$  y  $V_2$  convergen a un valor que denominamos  $V_E$ .

4.2.-Deduzca que:

$$V_E = V_0 \frac{C_1}{C_1 + C_2}$$

5.-La ecuación que representa la variación del voltaje entre los extremos de la resistencia es:

$$V_R = V_0 e^{-\frac{t}{CR}} \Rightarrow \ln V_R = \ln V_0 - \frac{t}{CR} \quad (1)$$

Siendo  $V_0$  el voltaje inicial y  $C$  :

$$C = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{1000 \cdot 470}{1000 + 470} = 320 \mu\text{F}$$

5.1.- Deduzca la ecuación (1)

5.2.- Complete la Tabla II.

Tabla II

<b>Tiempo t/s</b>											
<b>ln V<sub>R</sub></b>											

Construya la gráfica ln V<sub>R</sub> en el eje de abscisas frente al tiempo t en el de ordenadas.

5.3.- Determine el valor de R.

6.- La caída de tensión en el condensador C<sub>2</sub> está expresada mediante la ecuación

$$V_2 = V_E \left( 1 - e^{-\frac{t}{RC}} \right) \Rightarrow V_2 = V_E - V_E \cdot e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow \frac{V_E - V_2}{V_E} = e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \ln \frac{V_E - V_2}{V_E} = -\frac{t}{RC} \Rightarrow \ln \frac{V_E}{V_E - V_2} = \frac{t}{RC} \quad (2)$$

Siendo V<sub>E</sub> el voltaje a tiempo infinito al que tienden las curvas de los condensadores.

6.1.-Complete la Tabla III

Tabla III

<b>Tiempo, t/s</b>	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
<b>V<sub>2</sub>/V</b>											
<b><math>\ln \frac{V_E}{V_E - V_2}</math></b>											

6.2.-Construya la gráfica  $\ln \frac{V_E}{V_E - V_2}$  en el eje de abscisas frente al tiempo en el de ordenadas.

6.3.-Determine el valor de R.

7.- A partir de las ecuaciones V<sub>R</sub>, V<sub>2</sub> y V<sub>R</sub> = V<sub>1</sub> - V<sub>2</sub>, compruebe que la ecuación del voltaje en el condensador C<sub>1</sub> es:

$$\frac{V_1 - V_0 \frac{C}{C_2}}{V_0 \frac{C_2 - C}{C_2}} = e^{-\frac{t}{RC}} \Rightarrow \ln \left( \frac{V_1 - V_0 \frac{C}{C_2}}{V_0 \frac{C_2 - C}{C_2}} \right) = -\frac{t}{RC} \quad (3)$$

$$k = V_0 \frac{C}{C_2} = \quad ; \quad k' = V_0 \frac{C_2 - C}{C_2} =$$

7.1.- Complete la Tabla IV

Tabla IV

Tiempo, t/s	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100
$V_1/V$											
$\frac{\ln \frac{V_1 - k}{k'}}{k'}$											

7.2.-Construya la gráfica  $\ln \frac{V_1 - k}{k'}$  en el eje de abscisas, frente al tiempo t, en el de ordenadas.

7.3.-Determine el valor de R.