

Descarga de un condensador

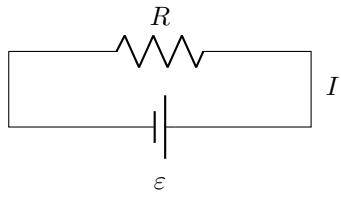
Andoni Latorre Galarraga
alatorre73@alumno.uned.es

Resumen

Se calcula el tiempo de media descarga de un condensador. También se calcula la constante RC de dos circuitos monitorizando el voltaje y el tiempo a medida que se descarga un condensador. El experimento se ha realizado siguiendo el proceso detallado en [2].

Fundamento Teórico

Ley de Ohm



La ley de Ohm dice que la diferencia de potencial entre ambos bornes de un conductor, ε , es igual al producto de la resistencia de dicho conductor, R , y la intensidad de la corriente, I .

$$\varepsilon = IR$$

Descarga de un condensador

Para cargar un condensador es suficiente conectarlo a una fuente de alimentación. Una vez cargado, si se conecta a una resistencia, R , el condensador comienza a descargarse. El proceso de descarga se debe al paso de corriente entre las placas del condensador. En un instante de tiempo dt la cantidad de carga que pasa de una placa a otra es Idt donde I es la intensidad de la corriente. Este valor tiene que ser, por la conservación de carga, igual al cambio de carga,

$$Q,$$

$$Idt = -dQ \Rightarrow \frac{dQ}{dt} = -I$$

Por otra parte, sabemos que la carga del condensador satisface la ecuación,

$$Q = CV = CRI$$

Combinando las dos ecuaciones deducidas,

$$\frac{dQ}{dt} = -\frac{Q}{RC}$$

La solución de la ecuación diferencial es:

$$Q = Q_0 e^{\frac{-t}{RC}}$$

Dividiendo entre C ,

$$V = V_0 e^{\frac{-t}{RC}}$$

Podemos calcular el tiempo que tarda el condensador en llegar a la mitad de voltaje.

$$\frac{V_0}{2} = V_0 e^{\frac{-t}{RC}} \Rightarrow t = RC \ln 2$$

De la ecuación de la evolución del voltaje con el tiempo, tomando logaritmos,

$$\ln V = \frac{-1}{RC} t + \ln V_0$$

obtenemos una relación lineal entre $\ln V$ y t (resaltados en azul).

Dispositivo Experimental, Procedimiento y Resultados

Montamos un circuito como se indica en el siguiente esquema.

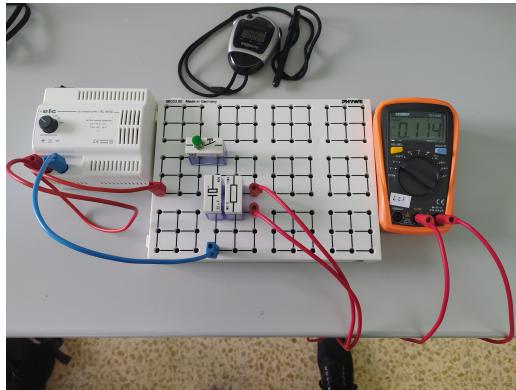
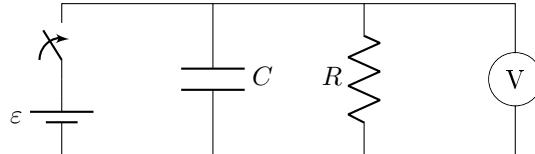


Figura 1: Circuito montado.

Hemos medido la resistencia que tenía un valor nominal de $1M\Omega$ con el multímetro, hemos obtenido $(0,997 \pm 0,001)M\Omega$. También hemos tomado 4 valores de el tiempo de media descarga.

Tabla 1:

$t_{1/2}(\text{s})$
14,28
14,29
14,44
14,15

Para el error tomamos la dispersión y dividimos entre $\sqrt{4}$ como se indica en [1] p. 48-51.

$$t_{1/2} = (14,29 \pm 0,07)\text{s}$$

Que nos da un valor de la constante RC del circuito.

$$RC = (20,6 \pm 0,1)\text{s}$$

Tambien hemos tomado el tiempo y el voltaje multiples veces a medida que se descarga el condensador. Los resultados obtenidos son:

Tabla 2:

$t(\text{s})$	$V(\text{V})$
2,00	7,98
3,82	7,22
5,81	6,39
6,06	6,27
8,16	5,53
10,06	5,02
12,12	4,46
14,29	4,02
15,28	3,70
17,01	3,23
18,72	3,05
20,09	2,88
22,09	2,61
24,19	2,26
26,37	2,03

Tomamos el logaritmo del voltaje y calculamos su error.

$$\epsilon_{\ln V} = \frac{\epsilon_V}{V} = \frac{0,001}{V}$$

Tabla 3:

$t(\text{s})$	$\ln V(\ln V)$	$\epsilon_{\ln V}(\ln V)$
2,00	2,07694	0,00013
3,82	1,97685	0,00014
5,81	1,85473	0,00016
6,06	1,83578	0,00016
8,16	1,71019	0,00018
10,06	1,6134	0,0002
12,12	1,4951	0,0002
14,29	1,3913	0,0002
15,28	1,3083	0,0003
17,01	1,1725	0,0003
18,72	1,1151	0,0003
20,09	1,0578	0,0003
22,09	0,9594	0,0004
24,19	0,8154	0,0004
26,37	0,7080	0,0005

En la siguiente figura se representa $\ln V$ frente a t , los errores no se representan por ser muy

pequeños en relación con los valores de las medidas.

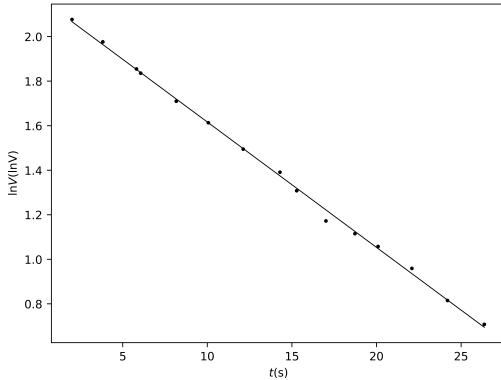


Figura 2: $\ln V$ frente a t junto con la recta de regresión $y = ax + b$.

$$a = (-0,0563 \pm 0,0006)s^{-1}$$

$$b = (2,180 \pm 0,010)\ln(V)$$

Ahora calculamos RC , V_0 y sus errores.

$$RC = \frac{-1}{a} \quad \epsilon_{RC} = \frac{\epsilon_a}{a^2}$$

$$V_0 = e^b \quad \epsilon_{V_0} = e^b \epsilon_b$$

Finalmente obtenemos los resultados:

$$RC = (17,76 \pm 0,19)s$$

$$V_0 = (8,85 \pm 0,09)V$$

Ahora repetiremos el proceso sin resistencia.

Tabla 4:

$t(s)$	$V(V)$	$\ln V(\ln V)$	$\epsilon_{\ln V}(\ln V)$
2,80	8,90	2,18605	0,00011
59,88	6,65	1,89462	0,00015
8,48	8,60	2,15176	0,00012
56,62	6,71	1,90360	0,00015
11,05	8,47	2,13653	0,00012
32,64	7,54	2,02022	0,00013
49,24	6,95	1,93874	0,00014
6,33	8,62	2,15409	0,00012
15,31	8,24	2,10900	0,00012
21,27	8,04	2,08443	0,00012
39,52	7,30	1,98787	0,00014
24,84	7,88	2,06433	0,00013
37,87	7,39	2,00013	0,00014
27,33	7,80	2,05412	0,00013
45,21	7,13	1,96431	0,00014
17,27	8,19	2,10291	0,00012
30,43	7,65	2,03471	0,00013
55,08	6,74	1,90806	0,00015
35,12	7,49	2,01357	0,00013
41,86	7,26	1,98238	0,00014

Representamos $\ln V$ frente a t :

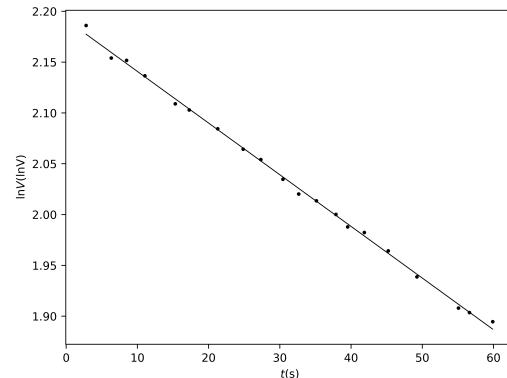


Figura 3: $\ln V$ frente a t junto con la recta de regresión.

También conseguimos los valores de RC y V_0 .

$$RC = (196,9 \pm 1,9)s$$

$$V_0 = (8,950 \pm 0,016)V$$

Conclusiones

Teniendo en cuenta el valor nominal del condensador, $22\mu\text{F}$, podemos calcular la constante $RC = 21,714$ s. Este valor está cerca del que hemos calculado pero difiere significativamente. Los valores de V_0 obtenidos se parecen entre sí aunque la barras de error no tienen puntos en común.

Referencias

- [1] Manual de la asignatura. Versión 3.7
- [2] https://uned-labo.netlify.app/practicas/te/6_practica_descarga_condensador/prak6.html