CARGA Y DESCARGA DE UN CONDENSADOR (CIRCUITO RC)

PRÁCTICA 2

CURSO 2017/2018

	Nombres y Apellidos
1	
2	
3	
4	
5	

❶	***PUESTA A PUNTO DE LOS ELEMENTOS DEL CIRCUITO Y CÁLCULO DE LA CONSTANTE DE TIEMPO DEL CIRCUITO RC***

(1) FUENTE DE ALIMENTACIÓN

Para que la fuente de alimentación suministre en torno a 18 V al encenderla y no entregue más de 0,2 A:

1º) Conectar la fuente a la red, si no lo está.
2º) Cortocircuitar la fuente con un cable, es decir, conectar con UN CABLE los terminales + y – de la fuente.
3º) Encender la fuente.
4º) Situar el mando de tensión al máximo y el de intensidad tal que I = 0,2 A.
5º) Retirar el cable (circuito abierto).
6º) Situar el mando de tensión tal que V = 18 V.
7º) ***Apagar la fuente****.*

(2) <u>CONDENSADOR</u>

Para garantizar que está descargado, cortocircuitarlo con un cable o un conector –puente– ($R = 0 \Rightarrow \tau = RC = 0 \Rightarrow 5\tau = 0 \Rightarrow$ Descarga instantánea).

(3) <u>CÁLCULO DE LA CONSTANTE DE TIEMPO DEL CIRCUITO</u> (τ)

*Estimar el valor de **τ** («tau») y el tiempo, a nivel práctico, **5τ**, necesario para alcanzar el estado final tanto en el proceso de carga (estado estacionario), como en el proceso de descarga (equilibrio) –teóricamente es infinito–.*

- ***<u>Valores nominales</u> (valores medios «redondos»): $R = 100\ k\Omega$ y $C = 470\ \mu F$.***
- ***<u>Dato</u>: 1 Ohmio $\times$1 Faradio = 1 $\Omega \times$1 F = 1 Segundo = 1 s.***

$\tau = RC =$		$=$	
$t_{ESTADO\ ESTACIONARIO} = t_{EQUILIBRIO} = 5\tau =$		$\cong$	*min*

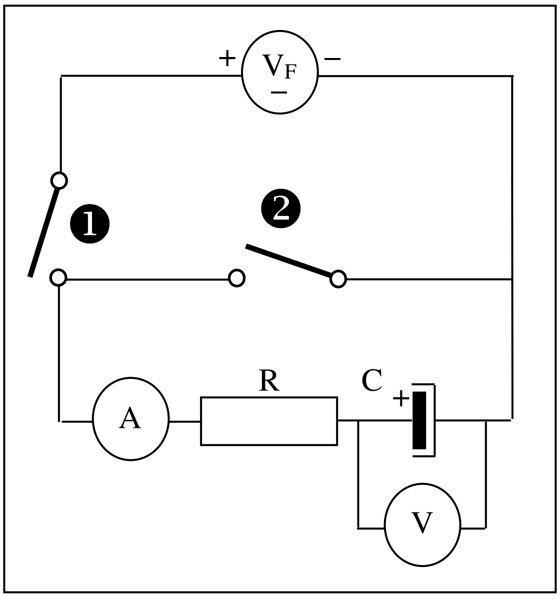
❷ *ESTUDIO DE LA CARGA DEL CONDENSADOR*

(4) Montar un circuito como el de la figura, <u>sin encender nada</u>.

Respetar la «polaridad» del condensador electrolítico para que al aplicarle tensión NO EXPLOTE.

(5) ¿Cuáles serán los valores máximos de V_C, en voltios, e I, en microamperios, cuando cerremos el interruptor ❶?

- ***R = 100 kΩ. Reflejar el cálculo de «I».***



(6) Situar una escala adecuada para todo el proceso de carga en el voltímetro y en el amperímetro teniendo en cuenta (5).

- ***El amperímetro debe poseer la escala.***

¡QUE EL/LA PROFESOR/A REVISE EL MONTAJE!

(7) Completar la siguiente tabla. Para ello:

1º) ***Poner a cero el cronómetro.***
2º) Encender el voltímetro, el amperímetro y la fuente de alimentación.
3º) Cerrar el interruptor ❶ y poner en marcha el cronómetro ***A LA VEZ****.*
4º) Medir V_C con el voltímetro e I con el amperímetro cada 30 s.

ⓘ ***Las unidades entre los paréntesis, los valores en las celdas vacías.***

DURANTE LAS MEDIDAS: NO DETENER EL CRONÓMETRO, NO ABRIR NI CERRAR LOS INTERRUPTORES, Y NO APAGAR LA FUENTE DE ALIMENTACIÓN.

t ( )	***V_C ( )***	***I ( )***
0	*0*	*180*
30		
60		
90		
120		
150		
180		
210		
240		
270		

(8) ***No apagar la fuente, ni abrir el interruptor*** ❶*, para evitar que el condensador se descargue a través de la resistencia interna del voltímetro.*

(9) ***Poner a cero el cronómetro*** *y pasar a la página «5».*

(10) Representar gráficamente V_C e I frente a t en la misma gráfica.

• Usar dos ejes verticales, uno a la izquierda para «V_C» y otro a la derecha para «I». Y un sólo eje horizontal para «t» (el tiempo crecerá de izquierda a derecha).

NOTA: Q, la carga del condensador, mostraría el mismo comportamiento frente al tiempo que V_C, y V_R, la tensión de la resistencia, el mismo que I.

❸ ESTUDIO DE LA DESCARGA DE UN CONDENSADOR
MEDIDA DE LA CONSTANTE DE TIEMPO DEL CIRCUITO RC

(11) Completar la siguiente tabla. Para ello:

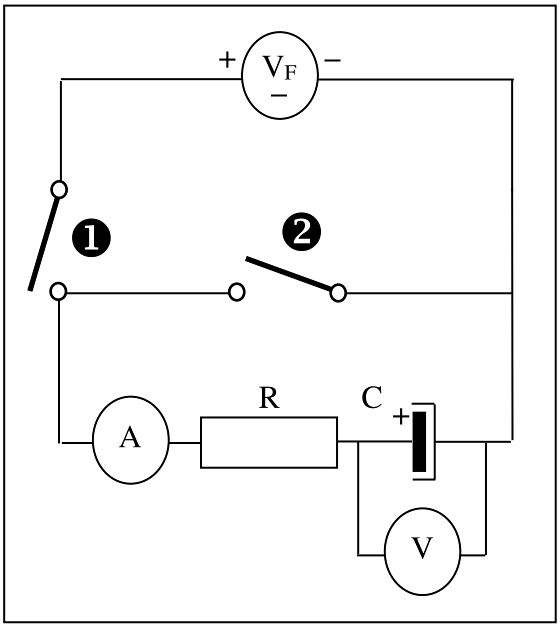
1º) Abrir el interruptor ❶ .

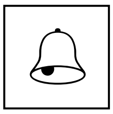
2º) Apagar la fuente.

3º) Poner sus mandos de tensión e intensidad a cero.

*4º) Anotar en la siguiente tabla la tensión actual del condensador (la de t = 0) y, **SIN DEMORA**, cerrar el interruptor ❷ y poner en marcha el cronómetro **SIMULTÁNEAMENTE**.*

5º) Medir cada 30 s solamente V_C (Q, –I y –V_R evolucionan igual).





CAMBIAR LA ESCALA DEL VOLTÍMETRO CADA VEZ QUE SE TENGA UNA ESCALA MÁS ADECUADA.

t ( )	***V_C ( )***	***t ( )***	***V_C ( )***
0		***150***	
30		***180***	
60		***210***	
90		***240***	
120		***270***	

*(12) **Apagar el amperímetro y el voltímetro. Poner a cero el cronómetro y deshacer el circuito.***

DESGRAPAR EL BOLETÍN Y REPARTIRSE EL TRABAJO:
UNO A LA GRÁFICA (APARTADO 10) Y EL RESTO AL APDO. 13.

(13) Rellenar la siguiente tabla calculando el logaritmo neperiano de V_C para cada tiempo t.

• ¡Ojo con el número de cifras significativas! Las mismas que V_C, ya que no calculamos la incertidumbre de LnV_C.

t ( )	***LnV_C***	***t ( )***	***LnV_C***
0		***150***	
30		***180***	
60		***210***	
90		***240***	
120		***270***	

(14) Introducir los puntos (t, LnV_C) en uno de los PC del laboratorio y anotar los resultados del ajuste lineal por mínimos cuadrados que da el PC.

• ¡Ojo!, «t» se corresponde con «X» y «lnV_c» con «Y»:

$$\begin{array}{ccccccc} LnV_c & = & LnV_{co} & - & 1/\tau & t \\ \downarrow & & & & & \downarrow \\ Y & = & a & + & b & X \end{array}$$

• Al introducir y anotar, tener presente que, por ejemplo: 6.9E-03 = 6,9 10^{-3}.
• Descartar «puntos anómalos», si los hay, junto al/a la profesor/a.

TRAS ANOTAR LOS RESULTADOS EN LA PÁGINA SIGUIENTE...
REPARTIRSE EL TRABAJO:
OTRO A LA OTRA GRÁFICA (PÁG. 10) Y EL RESTO AL APDO. 15.

$r =$	$r^2 =$
$\overline{b} =$	$u_b =$
$\overline{a} =$	$u_a =$

(15) Expresar los resultados del ajuste lineal correctamente. Para ello:

• Truncar (cortar) r, el coeficiente de regresión, y r^2, reteniendo hasta la primera cifra distinta de nueve tras la coma decimal, incluyendo esa cifra. Pero si hay tres nueves, retener 0,999.

$r =$	$r^2 =$

• Redondear, a continuación, la incertidumbre típica de «b», u_b, y luego con ella, su respectivo valor medio, $\overline{b}$.Y después, hacer lo mismo con «a».

ⓘ <u>Redondeo incertidumbre</u> (a 2 cifras significativas: la 1ª no nula y la siguiente): Cortar en la cifra que esté tras la 1ª no nula. Si el pico (lo que sobra) > 5, sumar 1 a esa cifra; si pico < 5, no sumarle nada; si pico = 5, sumarle 1 si es impar (nada, si es par). Si tras sumar se tiene 1|0|0 (3 cifras), tomar 1|0 (2 cifras).

ⓘ <u>Redondeo valor medio</u>: Cortar en el orden de magnitud de la última cifra de la incertidumbre redondeada, y aplicar al pico del valor medio (a lo que sobra) el criterio del «5» (el criterio que se ha aplicado al pico de la incertidumbre).

Cifras del **valor medio** redondeado

Entre paréntesis SÓLO las dos cifras significativas de la **incertidumbre**

Potencia del **valor medio** redondeado, si no es 10^0

Indicar la **unidad** de «b»

$b = \overline{b} \pm u_b =$	$\pm$	$= \overline{b}\,(u_b) =$	( )	
$a = \overline{a} \pm u_a =$	$\pm$	$= \overline{a}\,(u_a) =$	( )	

(16) Calcular las ordenadas, LnV_{C1} y LnV_{C2} (las «y»), de los puntos «1» y «2» de la recta [promedio] de mejor ajuste ($Y = \overline{b}\,X + \overline{a}$). Se indican sus abcisas, t_1 y t_2 (las «x»).

• Usar los valores medios de «a» y «b», que corresponden a dicha recta (15).
• Redondear las ordenadas a un número de cifras adecuado atendiendo a la resolución de la gráfica: al orden de magnitud de la centésima parte del eje.

PUNTO 1	**x_1:**	$t_1 = 15$ s	**y_1:**	LnV_{C_1} =
PUNTO 2	**x_2:**	$t_2 = 255$ s	**y_2:**	LnV_{C_2} =

PREGUNTAS

① *Atendiendo a los resultados de la regresión (Apdo. 14), a la gráfica vista en el PC y sin calcular nada, ¿parece que se verifica la ecuación de descarga del condensador?¿Por qué? (Dar 2 motivos)*

② *Considerando los resultados de la regresión (Apdo. 15), ¿cuál es el valor de la constante de tiempo del circuito RC (de «τ»)?*

ⓘ $$LnV_c = LnV_{co} - 1/\tau \; t$$

$$Y = a + b\,X$$

• No calcular su incertidumbre, sólo su valor medio, pero expresar dicho valor en el recuadro con un número de cifras significativas adecuado: el mismo que posee «b», el factor que menos tiene (el «1» tiene «∞», al ser exacto, ya que tiene una u = 0).

• Reflejar el cálculo realizado.

τ =

③ *Evaluar el error relativo, en %, cometido en la medida del valor de la constante de tiempo del circuito RC, de «τ», e indicar, teniéndolo presente, si el valor obtenido es bueno.*

• Considerarlo bueno con un error, en valor absoluto, <1 %, aceptable, si está entre el 1 y 10 %, y malo si es >10 %.

• Reflejar el cálculo y redondear el resultado a un número de cifras adecuado: a dos (como en el caso de la incertidumbre).

ⓘ $\varepsilon_{relativo} = \varepsilon_{absoluto} / |\tau_{verdadera}|$ *siendo* $\varepsilon_{absoluto} = \tau_{media} - \tau_{verdadera}$.

• Tomar como verdadero el calculado en el Apdo. 3 y como medio el de ②.

<u>NOTA</u>: El error se debe a que se tiene una <u>situación dinámica</u>: el <u>proceso de descarga del condensador</u> (V_C no es constante). El voltímetro, que espera una tensión constante, mide una tensión inferior a la correcta debido a dicho proceso; siendo el error cometido cada vez menor, ya que la velocidad de descarga va disminuyendo. Este comportamiento gira la recta de mejor ajuste, disminuyendo el valor absoluto de la pendiente e incrementando su inversa: la constante de tiempo del circuito RC, «τ».

(17) Representar gráficamente LnV_C frente a t, es decir, los puntos experimentales (t,LnV_C) obtenidos en el Apdo. 13. Y luego, trazar en la gráfica la recta [promedio] de mejor ajuste (la que pasa por los puntos «1» y «2» –Apdo. 16–).

• ***Rodear los puntos anómalos, si los hay, con una circunferencia.***