

Descargas exponenciales. Parte II

SOLUCIONARIO

6) Monte los dos condensadores en paralelo, para ello una los polos positivos entre sí y los negativos entre sí. Conecte la fuente de alimentación respetando la polaridad. Los condensadores se cargan de inmediato. Retire la fuente de alimentación, Una la resistencia R a un amperímetro en la escala de los miliamperios y este conjunto a los dos condensadores. Fotografe las lecturas del cronómetro y del amperímetro simultáneamente. Reúna los datos en la tabla V

Tabla V

t/s	I/microA	t/s	I/A	$\ln(I/I_0)$	$I^2 R t$
9,08	1545	0	0,001545	0	0
11,39	1471	2,31	0,001471	0,04908147	0,03234012
14,68	1347	5,6	0,001347	0,13714401	0,06573967
16,28	1299	7,2	0,001299	0,17342917	0,07860589
17,88	1258	8,8	0,001258	0,20550075	0,09010486
19,78	1198	10,7	0,001198	0,25437041	0,09935774
21,58	1141	12,5	0,001141	0,30311884	0,10528963
23,48	1087	14,4	0,001087	-0,3516023	0,11008442
24,98	1055	15,9	0,001055	0,38148314	0,11450022
27,29	995	18,21	0,000995	0,44003645	0,11664346
29,28	948	20,2	0,000948	0,48842469	0,11745522
31,08	912	22	0,000912	-0,5271392	0,11839044
32,68	879	23,6	0,000879	0,56399429	0,1179761
34,28	844	25,2	0,000844	0,60462669	0,11614211
36,88	789	27,8	0,000789	0,67201287	0,11197036
37,18	781	28,1	0,000781	0,68220404	0,11089518
38,88	751	29,8	0,000751	0,72137354	0,10874278
41,08	708	32	0,000708	-0,7803351	0,1037817
43,98	663	34,9	0,000663	-0,8460042	0,099256
47,08	619	38	0,000619	0,91467392	0,09420396
51,68	552	42,6	0,000552	1,02923114	0,08398313
55,58	506	46,5	0,000506	1,11624252	0,07702971
60,78	447	51,7	0,000447	1,24022059	0,06683591

65,08	402	56	0,000402	-1,3463271	0,05855236
68,68	369	59,6	0,000369	1,43198255	0,05250532
75,09	318	66,01	0,000318	1,58072781	0,04318851
77,69	300	68,61	0,0003	1,63899671	0,0399516

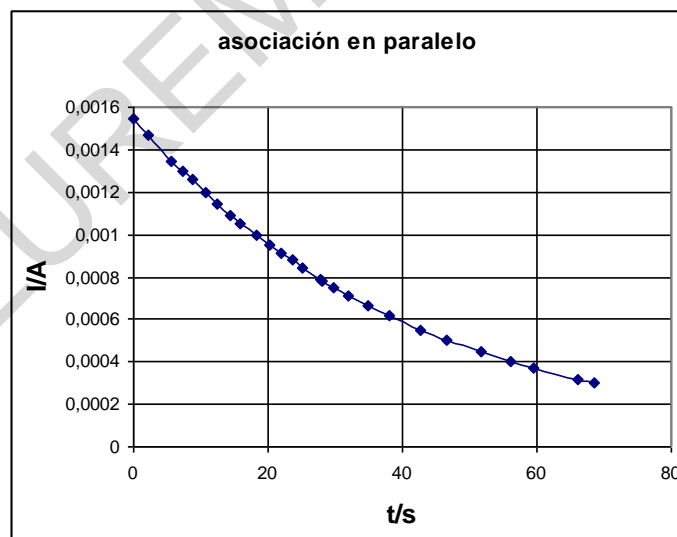
Confeccione las siguientes gráficas. a) t/s en abscisas frente a I/A en ordenadas.

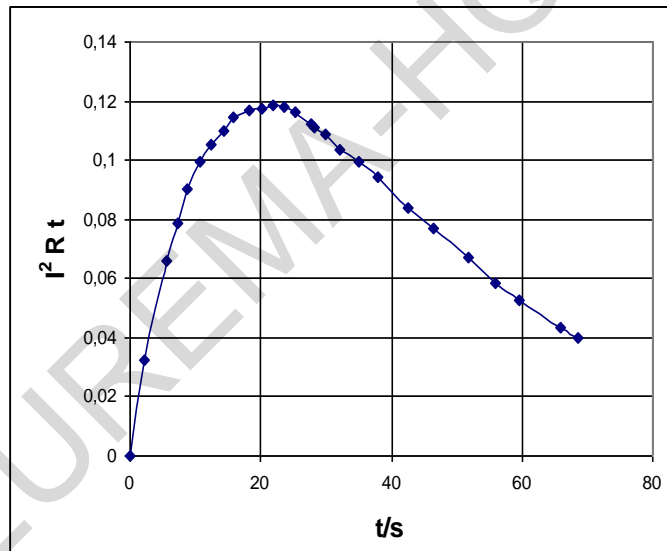
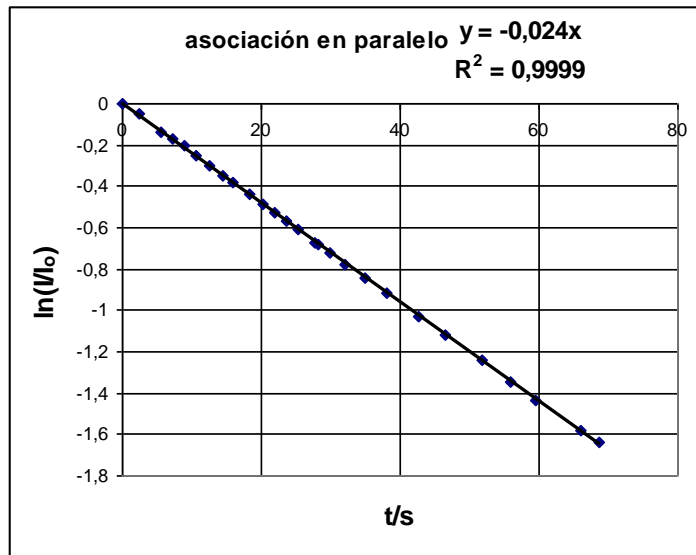
b) t/s en abscisas frente $\ln\left(\frac{I}{I_0}\right)$ en ordenadas

c) t/s en abscisas frente a $I^2 R t$ en ordenadas..

Determine la capacidad equivalente del sistema y compruebe la relación entre esa capacidad equivalente y las capacidades de los condensadores.

Determine el tiempo del máximo de la curva c) en función de la capacidad y la resistencia.





$$C_E = \frac{1}{6740 \cdot 0,024} = 6,18 \cdot 10^{-3} \text{ F} = 6180 \mu\text{F}$$

$$C_E = 2580 + 3540 = 6120 \mu\text{F}$$

$$t = \frac{RC_E}{2} = \frac{6740 \cdot 6180 \cdot 10^{-6}}{2} = 20,8 \text{ s}$$

7) Descargue los condensadores y únalos como indica la figura 1a. Los condensadores se cargan de inmediato. A continuación sin retirar la fuente de alimentación coloque los voltímetros en los bornes de C_1 y C_2 . Finalmente cierre el circuito con la resistencia R y el amperímetro A en la escala de los miliamperios. (fig.1b). De inmediato ponga en marcha el cronometro y haga fotografías simultáneas del cronómetro y de los tres aparatos . Lleve los datos a la tabla VI y complete dicha tabla.

Tabla VI

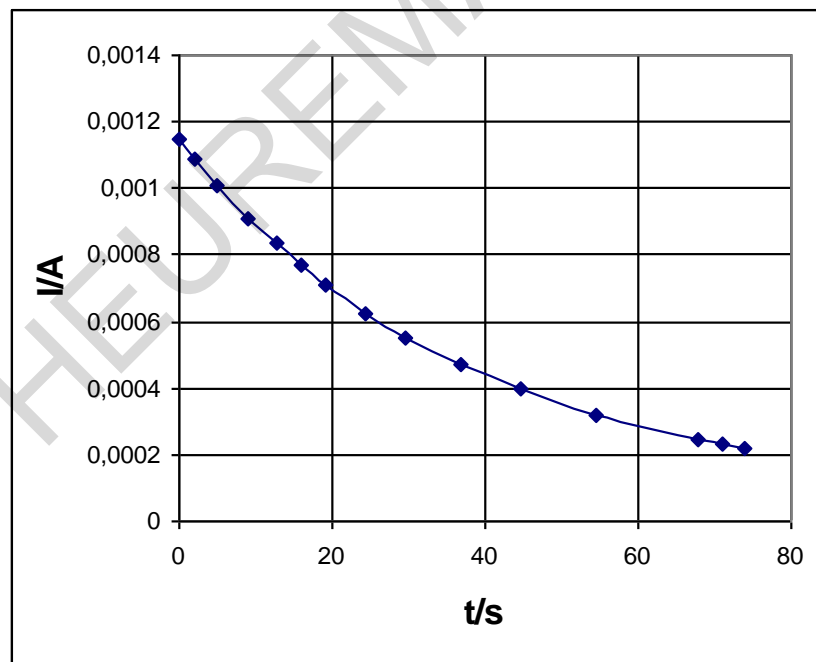
tiempo	I/ microA	VC1	VC2	t/s	I/A
23,68	1151	12,19	7,14	0	0,001151
25,78	1089	12,62	6,77	2,1	0,001089
28,68	1008	13,09	6,29	5	0,001008
32,78	912	13,69	5,71	9,1	0,000912
36,29	834	14,18	5,19	12,61	0,000834
39,49	769	14,53	4,79	15,81	0,000769
42,79	709	14,92	4,43	19,11	0,000709
47,93	627	15,4	3,89	24,25	0,000627
53,23	553	15,89	3,45	29,55	0,000553
60,59	468	16,41	2,91	36,91	0,000468
68,19	396	16,87	2,46	44,51	0,000396
78,25	319	17,33	1,99	54,57	0,000319
91,59	245	17,78	1,54	67,91	0,000245
94,75	233	17,87	1,44	71,07	0,000233
97,69	220	17,92	1,37	74,01	0,00022

$\ln(I/I_0)$	I^2RT	$\frac{((VC_2)^2/rR)}{t}$	$V_{c1}+V_{c2}$
0	0	0	19,33
-			
0,055371286	0,01529127	0,01428028	19,39
-0,13266296	0,03119316	0,02935022	19,38

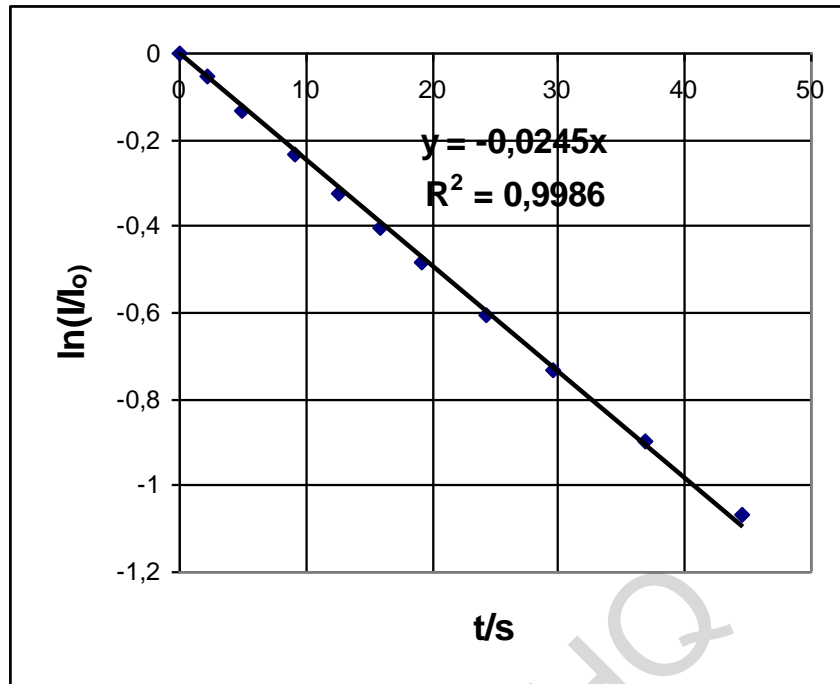
0,232746419	0,04647286	0,04402037	19,4
0,322153006	0,0538537	0,05039529	19,37
0,403295439	0,05740542	0,05381991	19,32
0,484530882	0,05898228	0,05564271	19,35
0,607439868	0,05853494	0,05444413	19,29
0,733028407	0,05548507	0,05218381	19,34
0,899918113	0,04963684	0,04637353	19,32
1,066972197	0,04285646	0,0399639	19,33
1,283195306	0,03409602	0,03206271	19,32
1,547128198	0,02502847	0,02389545	19,32
1,597347955	0,02369008	0,0218651	19,31
1,654758862	0,021994	0,0206097	19,29

Confeccione las siguientes gráficas

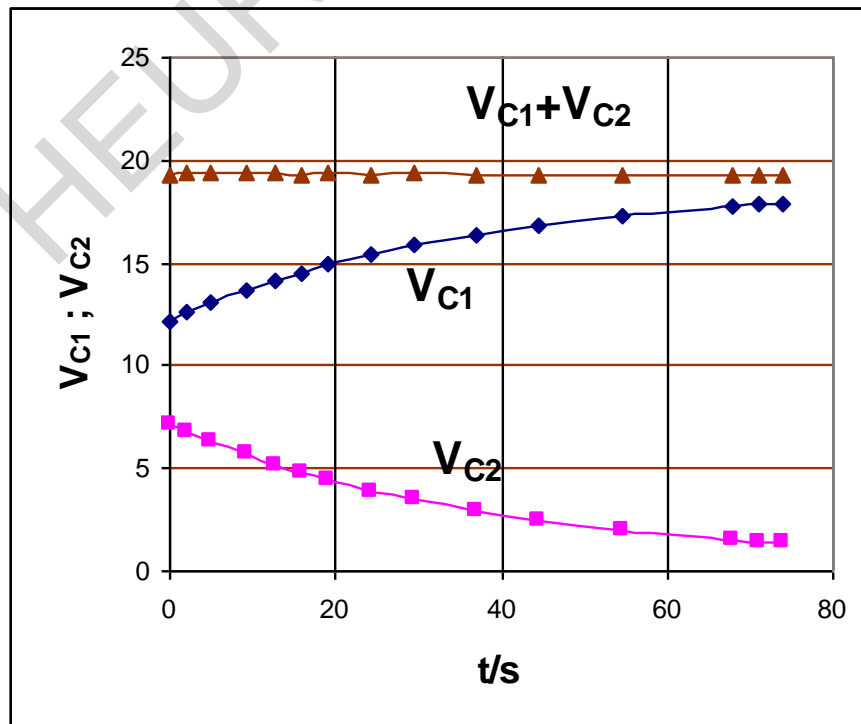
a) t/s en abscisas frente a I/A en ordenadas



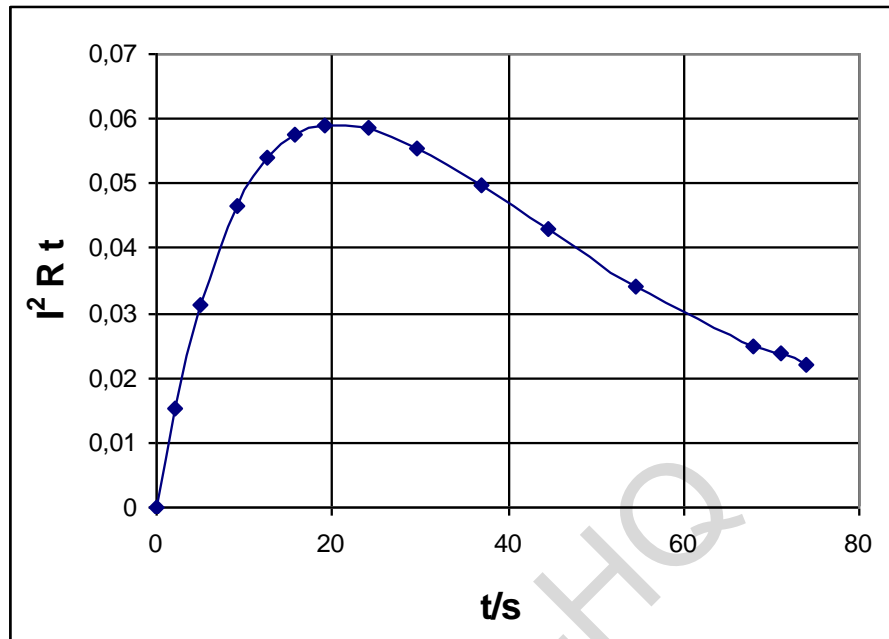
b) t/s en abscisas frente a $\ln(I/I_0)$ en ordenadas



c) t/s frente a V_{C1} , a V_{C2} y a $V_{C1}+V_{C2}$ en abscisas



d) t/s en abscisas frente a $I^2 R t$ en ordenadas



Determine la capacidad equivalente del sistema y compruebe la relación entre esa capacidad equivalente y las capacidades de los condensadores. Compare con el valor obtenido en el apartado 6.

Determine el tiempo del máximo de la curva d) en función de la capacidad equivalente y la resistencia.

$$C_E = \frac{1}{6740 \cdot 0,00245} = 6,06 \cdot 10^3 \text{ F} = 6060 \mu\text{F}$$

$$C_E = 2580 + 3540 = 6120 \mu\text{F}$$

El sistema se comporta como si los condensadores estuviesen conectados en paralelo, sin embargo en el caso anterior se descargaban los dos condensadores y aquí uno se carga el C_1 y el otro el C_2 se descarga, tal como se deduce de la gráfica del apartado c).. Se deduce que a tiempo infinito el condensador C_2 se descarga totalmente y el condensador C_1 queda cargado al voltaje de la fuente.

$$t = \frac{RC_E}{2} = \frac{6740 \cdot 6060 \cdot 10^{-6}}{2} = 20,4 \text{ s}$$

8) Calcule la energía que consume la resistencia R desde el tiempo inicial ($t=0$) al último valor que haya registrado en la tabla VI.

$$E_R = \int_0^{74} I^2 R dt = \int_0^{74} I_0 e^{-\frac{t}{RC_E}} R dt = \int_0^{74} I_0^2 e^{-\frac{2t}{RC_E}} R dt = I_0^2 R \left[e^{-\frac{2t}{RC_E}} \cdot \left(-\frac{RC_E}{2} \right) \right]_0^{74} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_R = -\frac{I_0^2 R^2 C_E}{2} \left(e^{-\frac{2 \cdot 74}{RC_E}} - 1 \right) = -\frac{(0,001151^2 \cdot 6740^2 \cdot 6060 \cdot 10^{-6})}{2} \left(e^{-\frac{148}{6740 \cdot 6060 \cdot 10^{-6}}} - 1 \right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow E_R = -0,182(0,0266 - 1) = 0,177 \text{ J}$$

9) Calcule la energía que ha suministrado la fuente de alimentación desde el tiempo inicial ($t=0$) hasta el último valor que haya registrado en la tabla VI.

Energía almacenada en los dos condensadores en el tiempo $t=0$, según los datos de la tabla VI

$$E = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 + \frac{1}{3} C_2 V_2^2 = \frac{1}{2} 2585 \cdot 10^{-6} \cdot 12,19^2 + \frac{1}{2} 3540 \cdot 10^{-6} \cdot 7,14^2 = 0,282 \text{ J}$$

Energía de los dos condensadores al tiempo de 74,01 segundos

$$E = \frac{1}{2} C_1 V_1^2 + \frac{1}{3} C_2 V_2^2 = \frac{1}{2} 2585 \cdot 10^{-6} \cdot 17,92^2 + \frac{1}{2} 3540 \cdot 10^{-6} \cdot 1,37^2 = 0,418 \text{ J}$$

Energía disipada en la resistencia entre los tiempos $t=0$ y $t=74,01$ s $E_R = 0,177 \text{ J}$

Energía suministrada por la batería

$$E_B = (0,418 + 0,177) - 0,282 = 0,313 \text{ J}$$