

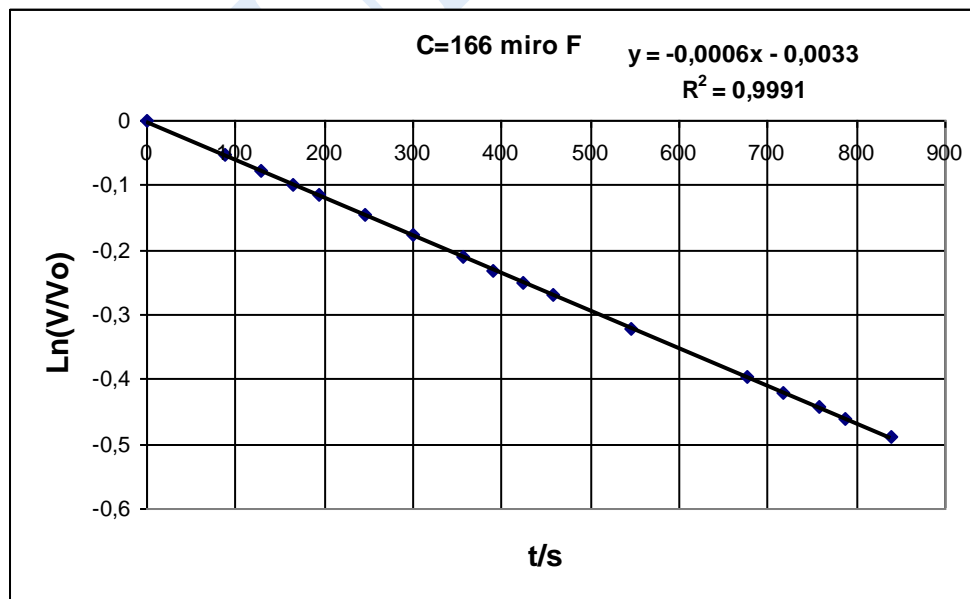
# Medida de la resistencia interna de un voltímetro utilizando condensadores y dos teléfonos móviles. Solucionario

Esta primera medida se realizará colocando seis condensadores electrolíticos en serie de capacidad 1000  $\mu\text{F}$  cada uno. El conjunto tiene una capacidad nominal de

$$C = \frac{1000 \cdot 10^{-6}}{6} = 166,6 \cdot 10^{-6} \text{ F} = 166,6 \mu\text{F}$$

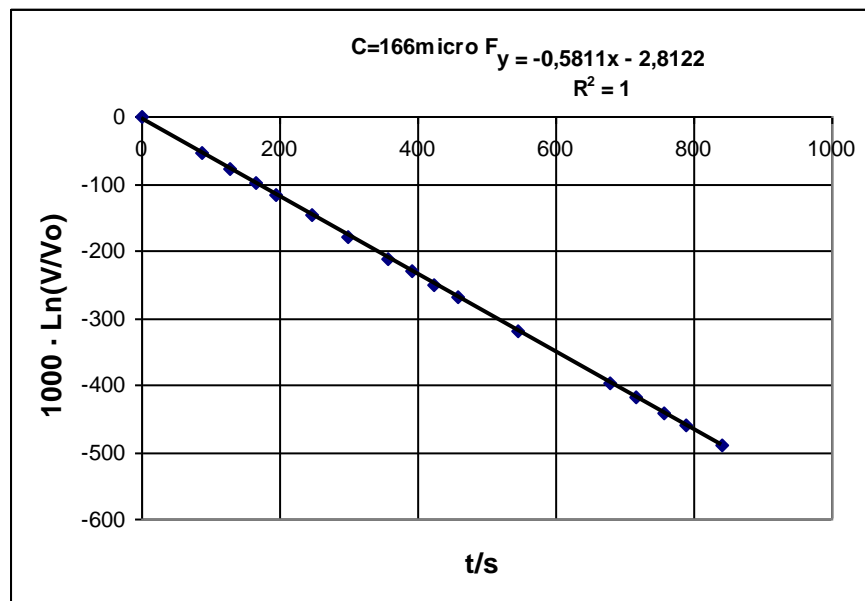
## MEDIDA DE LA RESISTENCIA INTERNA DEL VOLTÍMETRO

t/s	V/V	ln(V/Vo)	t/S	1000·C
114	17,93	0	0	0
201	17,01	-0,05267388	87	-52,6738812
242	16,6	-0,07707259	128	-77,0725923
279	16,24	-0,09899795	165	-98,9979529
308	15,97	-0,11576333	194	-115,763325
360	15,49	-0,14628063	246	-146,280633
414	15,01	-0,17775864	300	-177,758642
471	14,51	-0,21163722	357	-211,637221
505	14,23	-0,23112288	391	-231,122876
538	13,96	-0,25027919	424	-250,27919
571	13,7	-0,26907945	457	-269,079455
660	13,01	-0,320757	546	-320,756995
791	12,07	-0,39575225	677	-395,752253
831	11,79	-0,41922357	717	-419,223573
871	11,52	-0,44239063	757	-442,390632
902	11,32	-0,45990421	788	-459,904215
954	10,99	-0,48948952	840	-489,489519



La gráfica superior se ha hecho con los valores del tiempo (columna cuatro) en el eje X y la columna del logaritmo neperiano en el eje Y. El procesador de textos nos da la pendiente por redondeo y ese valor no es suficiente para el cálculo. Por esta razón se han multiplicado los

valores del logaritmo neperiano por 1000. La representación con los valores multiplicados es la gráfica siguiente



El valor de la pendiente es  $\frac{-0,5811}{1000}$

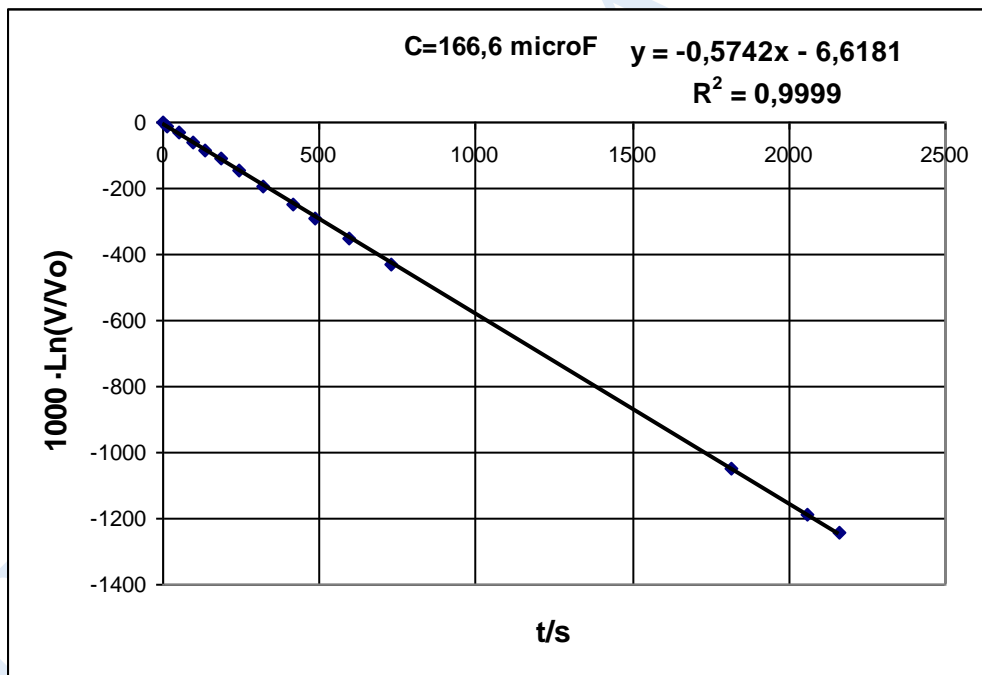
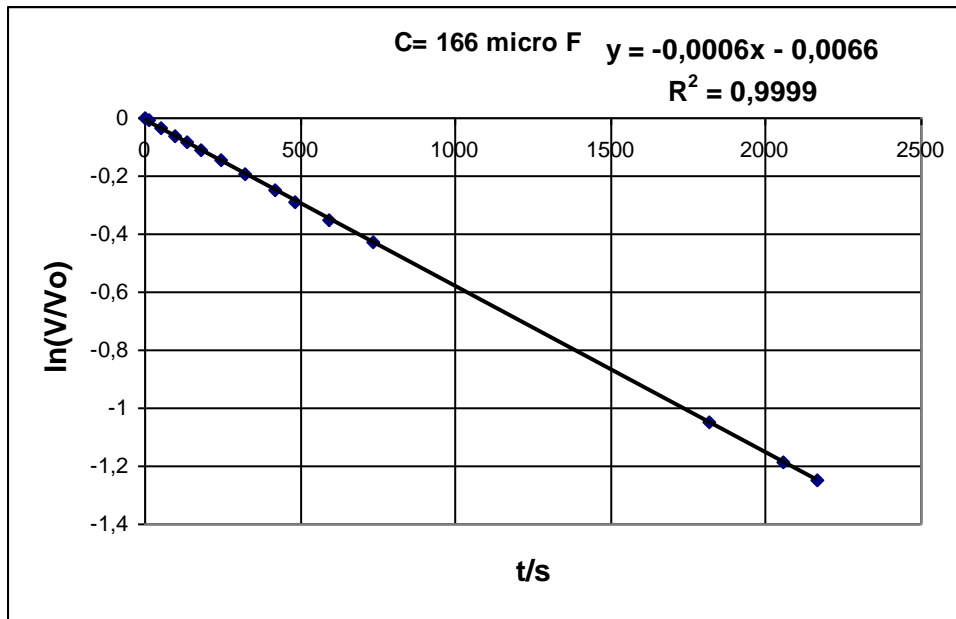
Considerando la ecuación de la tensión, para la descarga de un condensador a través de una resistencia.

$$V = V_0 e^{-\frac{t}{R_v C}} \Rightarrow \ln \frac{V}{V_0} = -\frac{1}{R_v C} \Rightarrow -\frac{1}{R_v C} = -0,5811 \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_v = \frac{1}{166 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5811 \cdot 10^{-3}} = 10,3 \cdot 10^6 \Omega$$

Con los mismos condensadores se ha repetido la medida pero con tiempos de descarga mayores.

t/s	V/V	ln/V/Vo	t/s	1000 · LnV/Vo
16,3	9,17	0	0	0
30,3	9,08	-0,009863094	14	-9,863093655
67,1	8,88	-0,032135729	50,8	-32,13572926
110,5	8,64	-0,059534703	94,2	-59,53470345
149,5	8,44	-0,082954978	133,2	-82,95497766
199,3	8,2	-0,111803132	183	-111,803132
259,1	7,91	-0,147809504	242,8	-147,8095045
335,6	7,56	-0,193066096	319,3	-193,0660961
434,1	7,14	-0,25022451	417,8	-250,2245099
501,9	6,87	-0,28877318	485,6	-288,77318
609,1	6,45	-0,351857155	592,8	-351,8571555
748,3	5,96	-0,430866805	732	-430,8668052
1831,4	3,21	-1,049666349	1815,1	-1049,666349
2073,8	2,8	-1,186317869	2057,5	-1186,317869
2180,2	2,64	-1,245158369	2163,9	-1245,158369

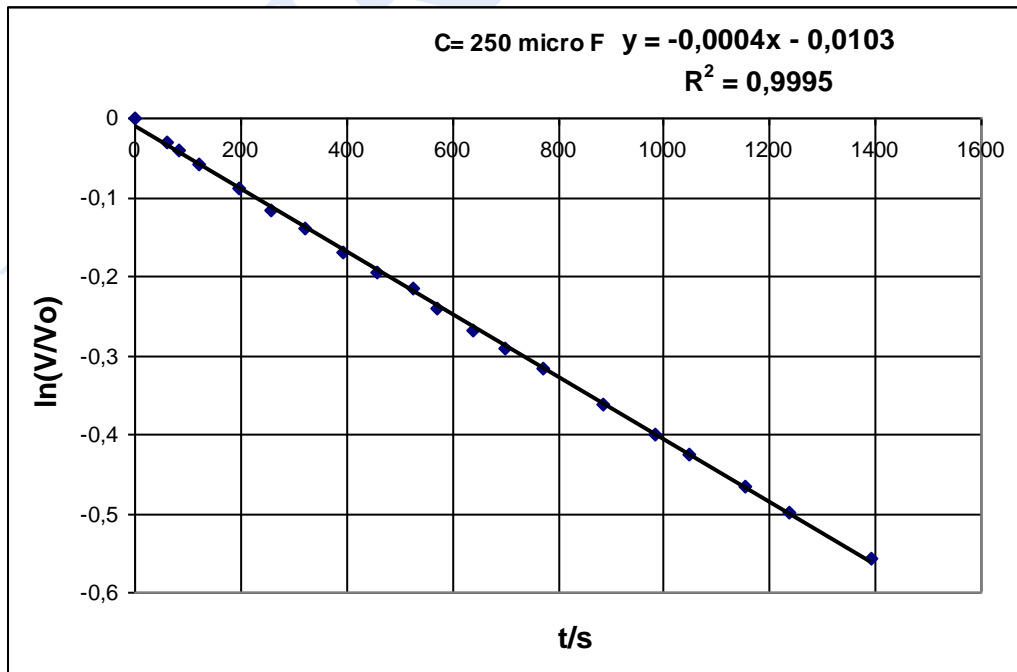


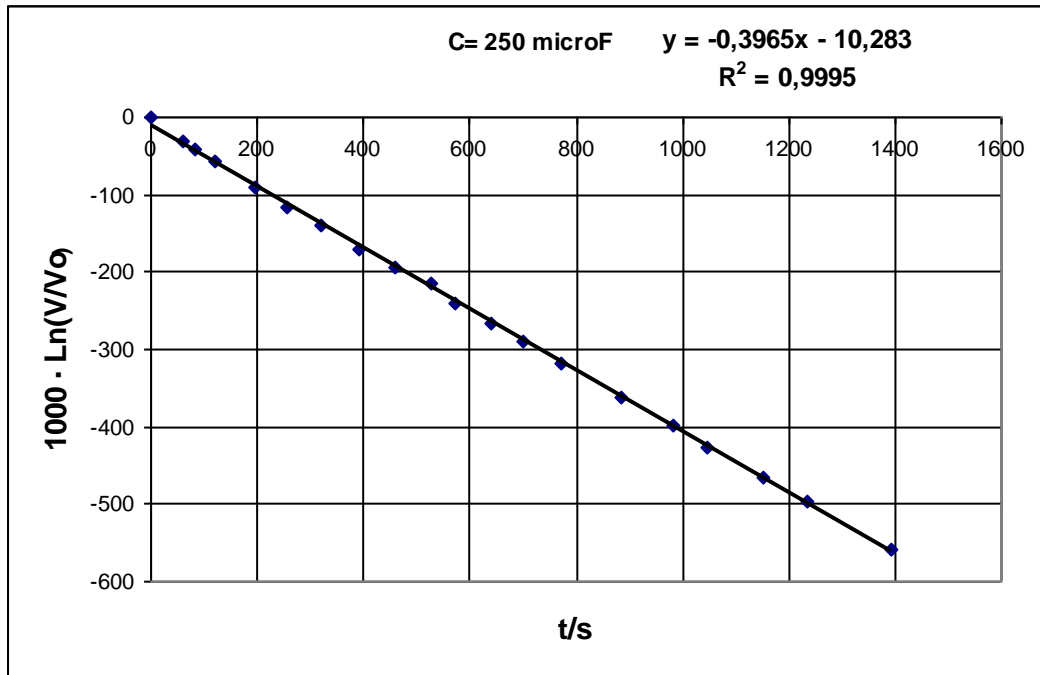
$$V = V_0 e^{-\frac{t}{R_v C}} \Rightarrow \ln \frac{V}{V_0} = -\frac{1}{R_v C} t \Rightarrow -\frac{1}{R_v C} = -0,5742 \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_v = \frac{1}{166 \cdot 10^{-6} \cdot 0,5742 \cdot 10^{-3}} = 10,5 \cdot 10^6 \Omega$$

Las siguientes medidas se hicieron con cuatro condensadores de 1000  $\mu\text{F}$  colocados en serie. Capacidad nominativa equivalente 250  $\mu\text{F}$

t/S	V/V	LN (V/V <sub>0</sub> )	t/s	1000·LnV/V <sub>0</sub>
45	9,08	0	0	0
106	8,8	-0,031322471	61	-31,32247113
128	8,71	-0,041602402	83	-41,60240175
167	8,57	-0,05780646	122	-57,80646
241	8,3	-0,089818678	196	-89,81867781
302	8,09	-0,115445462	257	-115,4454615
366	7,89	-0,140478058	321	-140,4780578
438	7,66	-0,170062209	393	-170,0622089
503	7,47	-0,195179193	458	-195,1791935
571	7,32	-0,215463865	526	-215,4638646
616	7,14	-0,240361416	571	-240,3614163
684	6,95	-0,267332533	639	-267,332533
745	6,79	-0,290623251	700	-290,623251
816	6,61	-0,317490539	771	-317,4905387
929	6,32	-0,362354984	884	-362,3549845
1028	6,09	-0,399426111	983	-399,4261109
1093	5,93	-0,42604998	1048	-426,0499796
1197	5,7	-0,465608018	1152	-465,6080178
1281	5,52	-0,497696332	1236	-497,6963323
1437	5,2	-0,557415567	1392	-557,415567



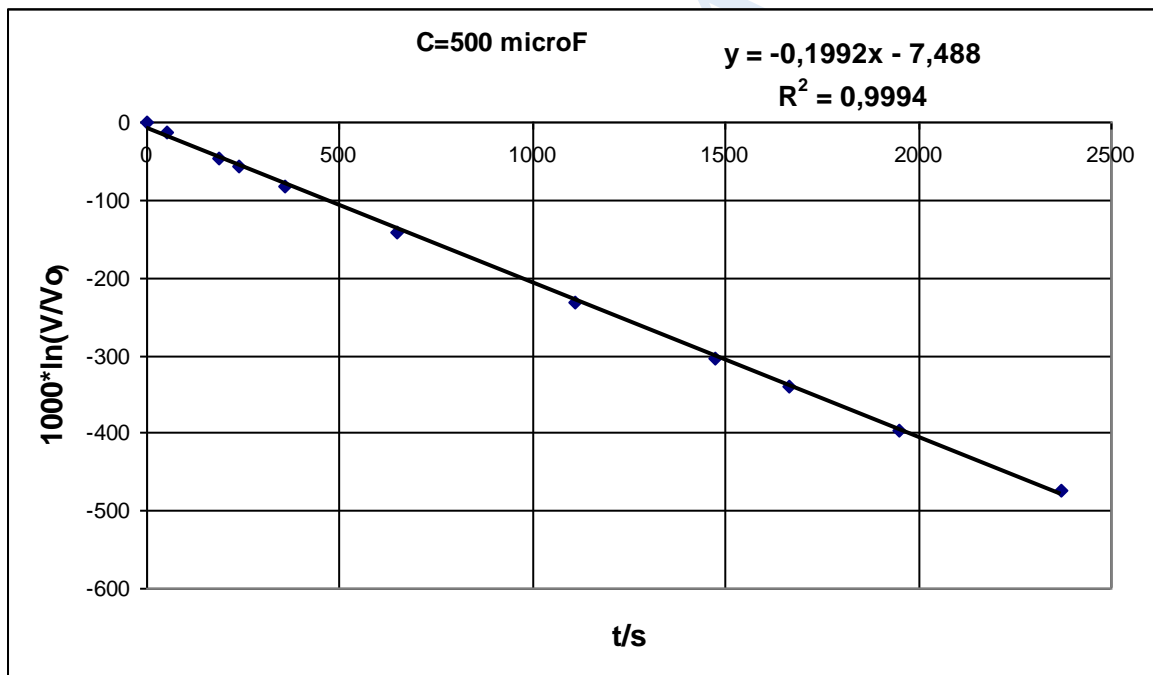
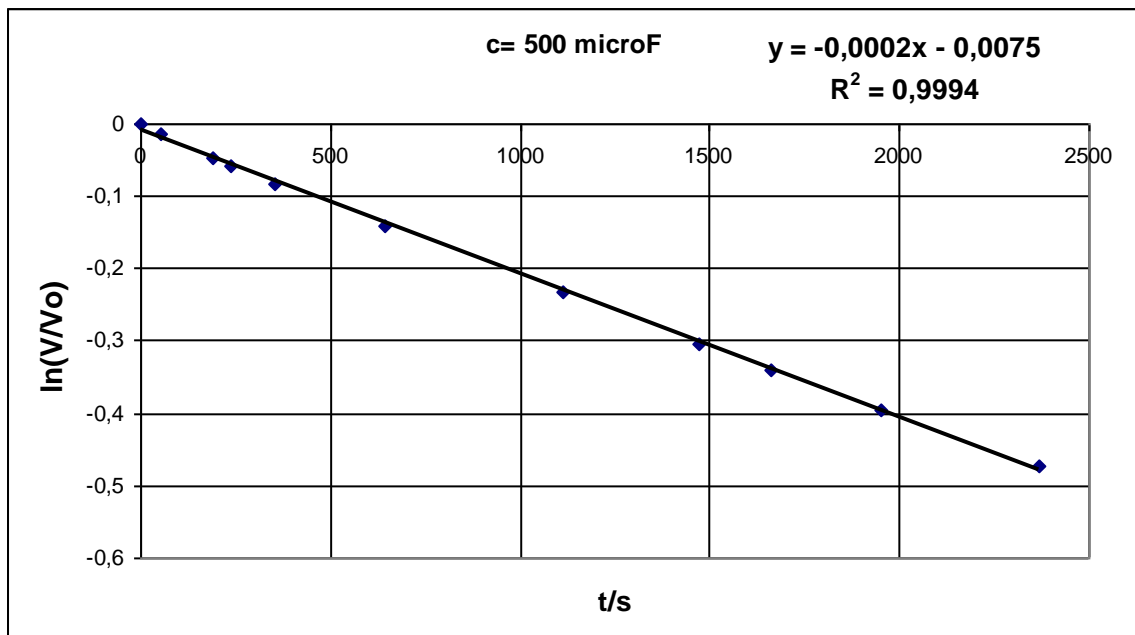


$$V = V_0 e^{-\frac{t}{R_v C}} \Rightarrow \ln \frac{V}{V_0} = -\frac{1}{R_v C} \Rightarrow -\frac{1}{R_v C} = -0,3965 \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_v = \frac{1}{250 \cdot 10^{-6} \cdot 0,3965 \cdot 10^{-3}} = 10,1 \cdot 10^6 \Omega$$

**Las siguientes medidas se hicieron con dos condensadores de 1000  $\mu$ F colocados en serie. Capacidad nominativa equivalente 500  $\mu$ F**

t/s	V/V	LN(V/V <sub>0</sub> )	t/s	1000·LnV/V <sub>0</sub>
86	9,06	0	0	0
137	8,94	-0,013333531	51	-13,333353087
275	8,65	-0,046309799	189	-46,30979911
325	8,56	-0,05676893	239	-56,7689299
442	8,35	-0,081607581	356	-81,60758119
732	7,87	-0,140811058	646	-140,8110576
1197	7,18	-0,232569737	1111	-232,569737
1560	6,69	-0,303255246	1474	-303,2552459
1750	6,45	-0,339788989	1664	-339,7889892
2038	6,1	-0,395580349	1952	-395,5803489
2454	5,64	-0,47398505	2368	-473,985054



$$V = V_o e^{-\frac{t}{R_v C}} \Rightarrow \ln \frac{V}{V_o} = -\frac{1}{R_v C} t \Rightarrow -\frac{1}{R_v C} = -0,1992 \cdot 10^{-3} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow R_v = \frac{1}{500 \cdot 10^{-6} \cdot 0,1992 \cdot 10^{-3}} = 10,0 \cdot 10^6 \Omega$$

Valor medio de la resistencia interna del voltímetro

$$R_v = \frac{10,3 + 10,5 + 10,1 + 10,0}{4} \cdot 10^6 = (10,2 \pm 0,3) \cdot 10^6 \Omega$$

La discrepancia entre los valores más extremos es de un 5% de manera que el valor medio hallado, es muy aceptable acompañado de la incertidumbre absoluta calculada.