

DESCARGAS EXPONENCIALES

SOLUCIONARIO

1) Mida con uno de los multímetros la resistencia R . $R=6,74 \text{ k}\Omega$

Se supone que la fuente de alimentación carece de resistencia interna ¿cuál es su fuerza electromotriz?

Con los valores nominales de la capacidad de los condensadores determina la diferencia de potencial entre ellos.

Compara los valores experimentales con los tóricos

La diferencia de potencial en la fuente de corriente es: $\varepsilon = 11,16+8,22=19,38 \text{ V}$. Si la fuente carece de resistencia interna ese valor es su fuerza electromotriz. Los condensadores están en serie, por tanto, tienen la misma carga

$$C_1 = \frac{Q}{V_{C1}} \quad ; \quad C_2 = \frac{Q}{V_{C2}} \Rightarrow V_{C1} + V_{C2} = \varepsilon = Q \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} \right) \Rightarrow Q = \varepsilon \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} \Rightarrow$$

$$C_1 = \frac{\varepsilon \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}{V_{C1}} \quad V_{C1} = \varepsilon \frac{C_2}{C_1 + C_2} = 19,38 \frac{3300}{2200 + 3300} = 11,6 \text{ V}$$

$$C_2 = \frac{\varepsilon \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2}}{V_{C2}} \quad V_{C2} = \varepsilon \frac{C_1}{C_1 + C_2} = 19,38 \frac{2200}{2200 + 3300} = 7,8 \text{ V}$$

$$\text{Diferencia en } C_1 \frac{11,6 - 11,2}{11,6} \cdot 100 = 3,5\%$$

$$\text{Diferencia en } C_2 \frac{8,2 - 7,8}{8,2} \cdot 100 = 4,9\%$$

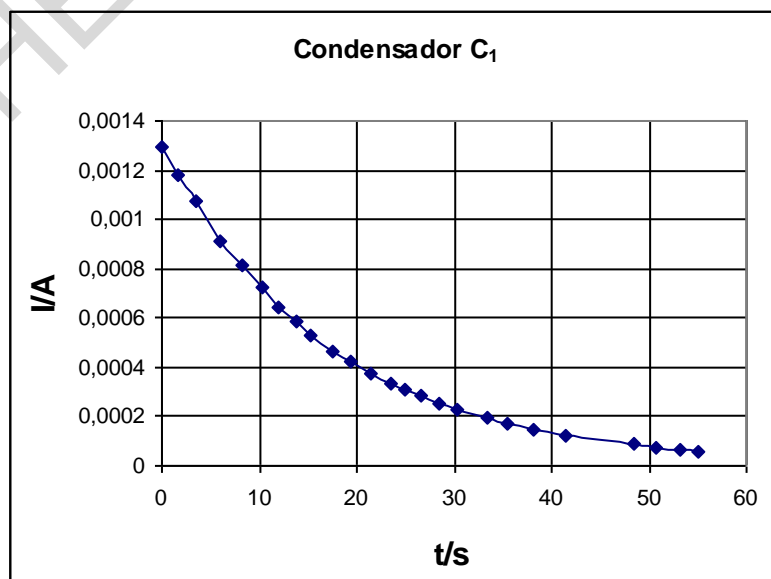
2)

Tabla I

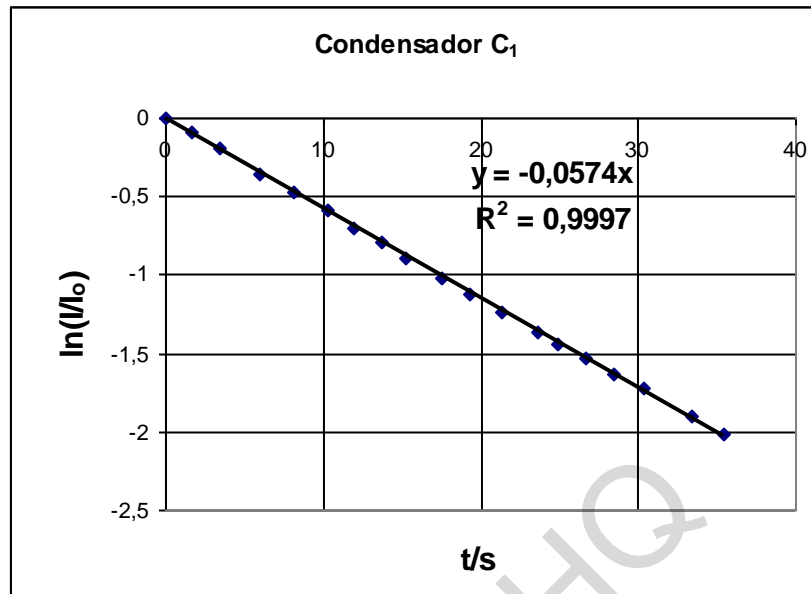
t/s	I/microA	t/s	I/A	ln(I/I ₀)
7,99	1295	0	0,001295	0
9,59	1179	1,6	0,001179	0,09384407
11,48	1073	3,49	0,001073	0,18805223
13,98	910	5,99	0,00091	-,35282137
16,18	810	8,19	0,00081	-,46923173
18,25	721	10,26	0,000721	-,58562684

19,98	642	11,99	0,000642	-,70167767
21,73	585	13,74	0,000585	-,79465413
23,28	533	15,29	0,000533	-,88774455
25,53	465	17,54	0,000465	-,02422857
27,28	424	19,29	0,000424	-,11653252
29,38	378	21,39	0,000378	-,23137178
31,59	330	23,6	0,00033	-,36717332
32,93	308	24,94	0,000308	-,43616619
34,65	282	26,66	0,000282	-,15243589
36,39	252	28,4	0,000252	-,63683689
38,33	230	30,34	0,00023	-,72818667
41,33	193	33,34	0,000193	-,90357579
43,39	173	35,4	0,000173	-,01297438
46,13	148	38,14	0,000148	-,21690537
49,39	125	41,4	0,000125	-,33795224
56,39	87	48,4	0,000087	-,70035786
58,73	77	50,74	0,000077	-,82246055
61,13	68	53,14	0,000068	-,94675827
62,99	61	55	0,000061	-,05539211

Represente t/s en el eje de abscisas frente a I en el de ordenadas, obtendrá una curva exponencial.



Represente $\ln(I/I_0)$ frente a t , obtendrá una recta a partir de su pendiente y del valor de R calcule la capacidad del condensador



$$\ln \frac{I}{I_0} = -\frac{1}{RC_1} t \Rightarrow -\frac{1}{RC_1} = -0,0533 \Rightarrow C_1 = \frac{1}{6,74 \cdot 10^3 \cdot 0,0574} = 2,58 \cdot 10^{-3} \text{ F} = 2580 \mu\text{F}$$

Nota .-En la gráfica anterior se ha prescindido de las últimas lecturas de la intensidad, por ser valores muy pequeños y por tanto acompañados de gran error. Este hecho se repetirá en otras gráficas.

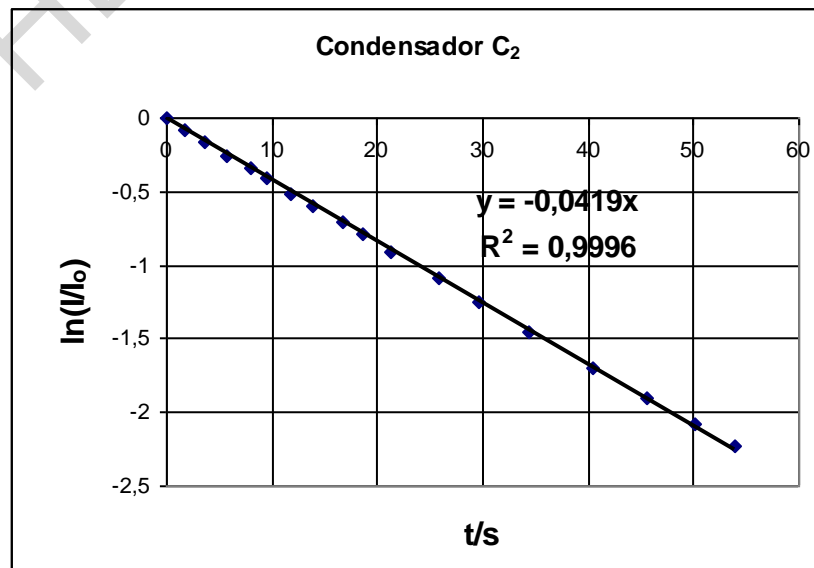
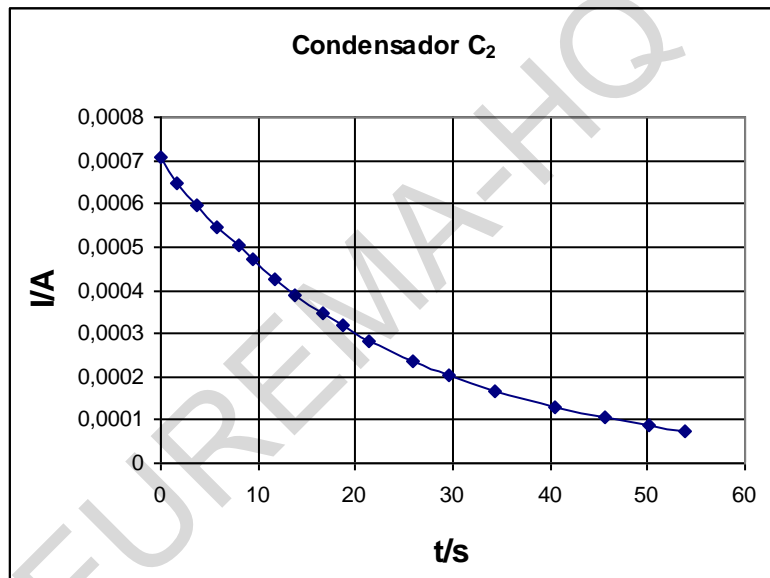
Calcule en % la diferencia entre el valor encontrado y el valor nominal respecto del medido

$$\frac{2580 - 2200}{2580} \cdot 100 = 15\%$$

2) Haga lo mismo que en el apartado 1 con el condensador C_2 .

t/s	I/microA	t/s	I/A	$\ln(I/I_0)$
18,09	706	0	0,000706	0
19,75	649	1,66	0,000649	-,08418252
21,79	596	3,7	0,000596	-,16937457
23,88	547	5,79	0,000547	-,25516644
26,08	503	7,99	0,000503	-,33902507
27,58	470	9,49	0,00047	-,40688254
29,89	424	11,8	0,000424	-,50988178
31,88	390	13,79	0,00039	-,5934685

34,79	346	16,7	0,000346	-,71317646
36,69	319	18,6	0,000319	-,79442413
39,38	283	21,29	0,000283	-,91416834
43,88	238	25,79	0,000238	-,08734456
47,69	203	29,6	0,000203	-,24640926
52,38	166	34,29	0,000166	-,44762745
58,59	130	40,5	0,00013	-,69208079
63,69	105	45,6	0,000105	-,90565489
68,18	88	50,09	0,000088	-,08227842
71,99	76	53,9	0,000076	-,22288819

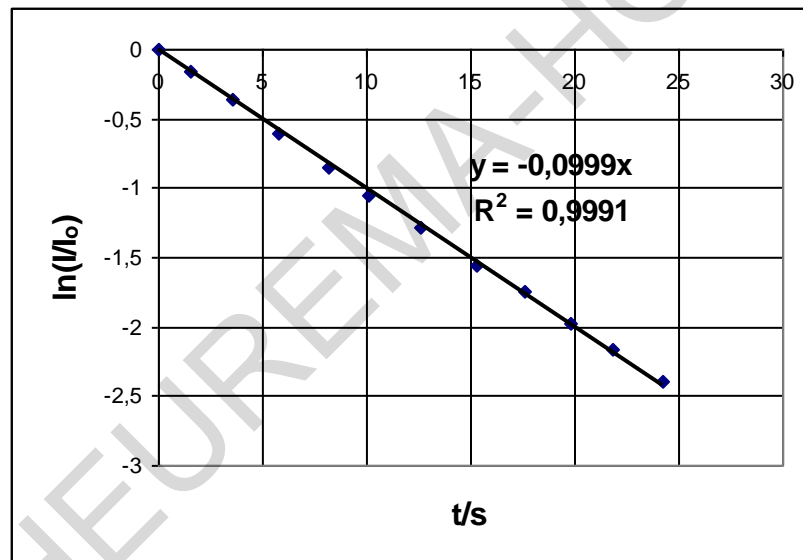
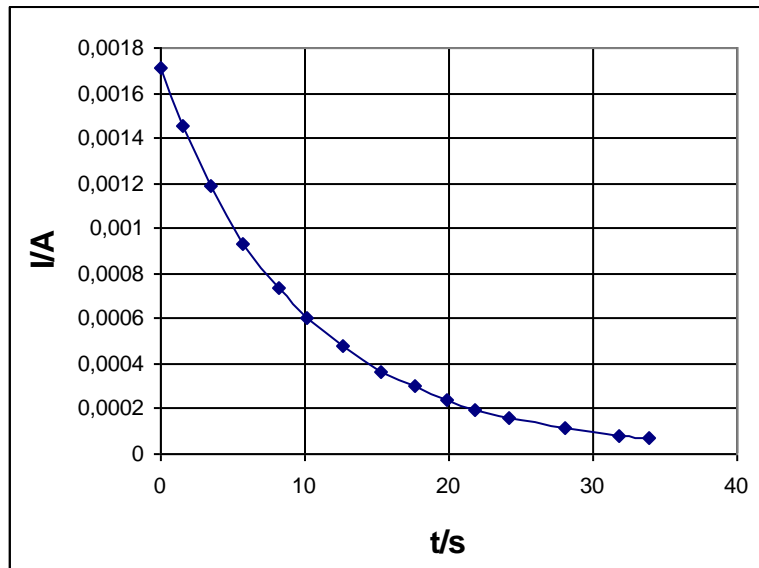


$$\ln \frac{I}{I_0} = -\frac{1}{RC_2} t \Rightarrow -\frac{1}{RC_2} = -0,0419 \Rightarrow C_2 = \frac{1}{6,74 \cdot 10^3 \cdot 0,0419} = 3,54 \cdot 10^{-3} \text{ F} = 3540 \mu\text{F}$$

$$\frac{3540 - 3300}{3540} \cdot 100 = 7\%$$

3) Descargue completamente los dos condensadores. Vuelva a cargarlos. Ahora va a operar como se ha hecho en los otros apartados, salvo que al conjunto amperímetro y resistencia lo sitúa en los extremos de la asociación de los dos condensadores, de esta manera medirá cómo varía la intensidad de la corriente cuando se descargan ambos condensadores. Confeccione la tabla III. Calcule la capacidad equivalente. Compare este valor con el que resulta de aplicar la ley de asociación de condensadores con los valores de C_1 y C_2 obtenidos en los apartados 1 y 2.

t/s	I/microA	I/A	t/s	ln I/I ₀
28,59	1711	0,001711	0	0
30,13	1454	0,001454	1,54	-,16275962
32,13	1187	0,001187	3,54	-,36564888
34,33	932	0,000932	5,74	-,60750046
36,79	733	0,000733	8,2	-,84768757
38,73	601	0,000601	10,14	-,04623834
41,19	475	0,000475	12,6	-,28151847
43,89	361	0,000361	15,3	-,55595532
46,23	298	0,000298	17,64	-,74773979
48,39	237	0,000237	19,8	-,97677313
50,43	197	0,000197	21,84	-,16162955
52,79	157	0,000157	24,2	-,38858747
56,59	113	0,000113	28	-,71744546
60,39	79	0,000079	31,8	-,07538542
62,43	67	0,000067	33,84	-,24014065



$$\ln \frac{I}{I_0} = -\frac{1}{RC_E} t \Rightarrow -\frac{1}{RC_E} = -0,0999 \Rightarrow C_E = \frac{1}{6,74 \cdot 10^3 \cdot 0,0999} = 1,49 \cdot 10^{-3} \text{ F} = 1490 \mu\text{F}$$

Los condensadores están asociados en serie

$$C_E = \frac{C_1 C_2}{C_1 + C_2} = \frac{2580 \cdot 3540}{2580 + 3540} = 1492 \mu\text{F}$$

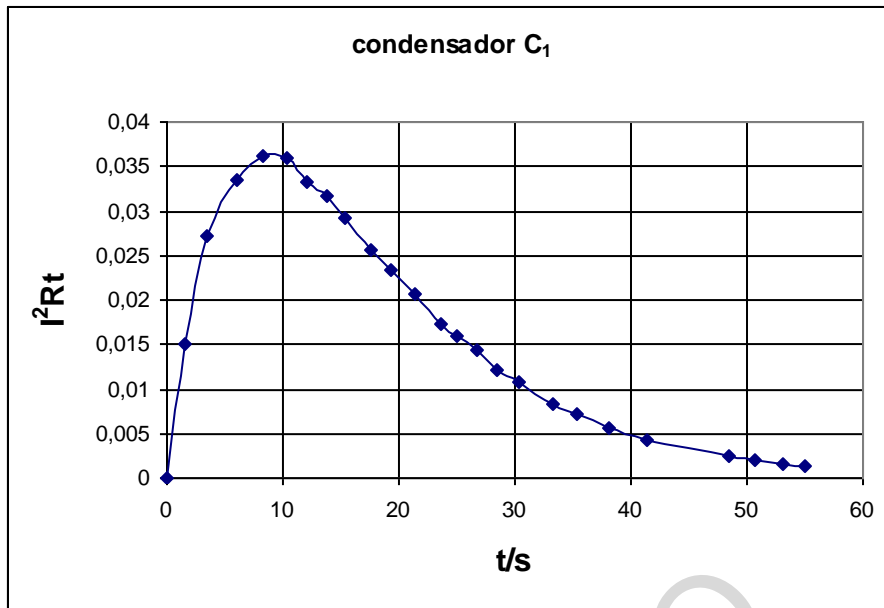
4) Con los datos del tiempo t/s, e I/A, confeccione la tabla IV

t/s	I/A	(I ²) R t
0	0,001295	0
1,6	0,001179	0,0149902

3,49	0,001073	0,02708225
5,99	0,00091	0,03343255
8,19	0,00081	0,03621711
10,26	0,000721	0,03594825
11,99	0,000642	0,03330804
13,74	0,000585	0,03169264
15,29	0,000533	0,02927668
17,54	0,000465	0,02556203
19,29	0,000424	0,0233735
21,39	0,000378	0,02059939
23,6	0,00033	0,01732207
24,94	0,000308	0,01594622
26,66	0,000282	0,01428954
28,4	0,000252	0,01215568
30,34	0,00023	0,01081761
33,34	0,000193	0,00837028
35,4	0,000173	0,00714094
38,14	0,000148	0,00563072
41,4	0,000125	0,00435994
48,4	0,000087	0,00246913
50,74	0,000077	0,00202764
53,14	0,000068	0,00165615
55	0,000061	0,00137937

Represente t/s en el eje de abscisas frente a $I^2 R t$ en el de ordenadas, obtendrá una curva con un máximo.

Calcule el valor de t en función de R y C_1 para el que ocurre el máximo. Sustituya R y C_1 por sus valores numéricos y compare con el máximo de la curva.



La relación entre I e I₀ es : $I = I_0 e^{-\frac{t}{RC_1}} \Rightarrow E = I^2 R t = \left(I_0 e^{-\frac{t}{RC_1}} \right)^2 R t$.

$$E = I_0^2 R e^{-\frac{2t}{RC_1}} \cdot t$$

Derivamos la función con respecto a t e igualamos a cero

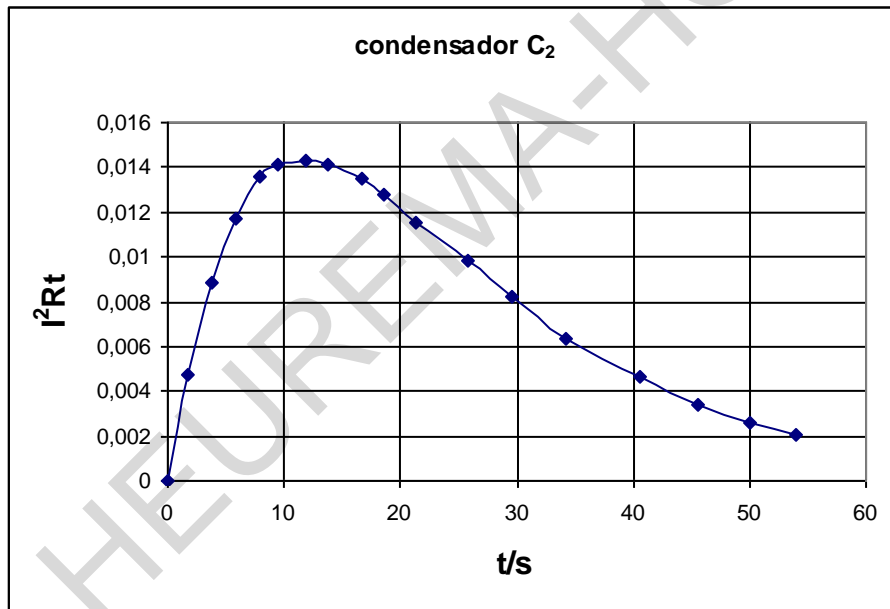
$$\frac{dE}{dt} = \frac{I_0^2}{R} \left[e^{-\frac{2t}{RC_1}} + t \cdot e^{-\frac{2t}{RC_1}} \cdot \left(-\frac{2}{RC_1} \right) \right] = 0 \Rightarrow e^{-\frac{2t}{RC_1}} = e^{-\frac{2t}{RC_1}} \cdot \frac{2}{RC_1} t \Rightarrow$$

$$\Rightarrow t = \frac{RC_1}{2} = \frac{6740 \cdot 2580 \cdot 10^{-6}}{2} = 8,7 \text{ s}$$

5) Compruebe la relación obtenida en el apartado 4 con el condensador C₂ y con la asociación de los dos condensadores

t/s	I/A	(I ²)R t
0	0,000706	0
1,66	0,000649	0,00471257
3,7	0,000596	0,00885838
5,79	0,000547	0,01167651
7,99	0,000503	0,01362519
9,49	0,00047	0,01412934
11,8	0,000424	0,01429794

13,79	0,00039	0,01413687
16,7	0,000346	0,01347499
18,6	0,000319	0,01275717
21,29	0,000283	0,01149234
25,79	0,000238	0,00984612
29,6	0,000203	0,00822136
34,29	0,000166	0,00636859
40,5	0,00013	0,00461319
45,6	0,000105	0,00338847
50,09	0,000088	0,00261443
53,9	0,000076	0,00209834

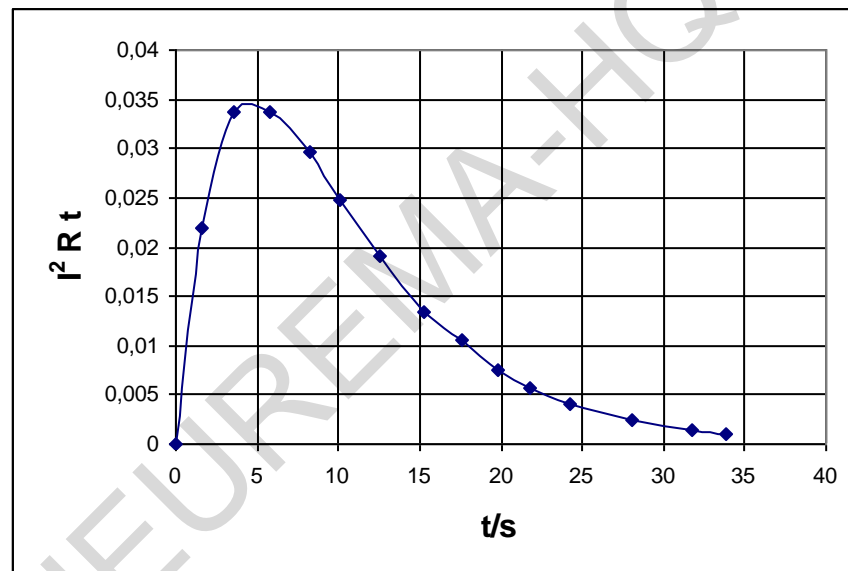


$$t = \frac{RC_2}{2} = \frac{6740 \cdot 3541 \cdot 10^{-6}}{2} = 11,9s$$

Asociación de condensadores

t/s	I/A	(I ²) R T
0	0,001711	0
1,54	0,001454	0,02194368
3,54	0,001187	0,03361744
5,74	0,000932	0,03360498
8,2	0,000733	0,02969489

10,14	0,000601	0,02468578
12,6	0,000475	0,01916098
15,3	0,000361	0,01343896
17,64	0,000298	0,01055823
19,8	0,000237	0,00749587
21,84	0,000197	0,00571275
24,2	0,000157	0,00402045
28	0,000113	0,00240977
31,8	0,000079	0,00133765
33,84	0,000067	0,00102386



$$t = \frac{RC_E}{2} = \frac{6470 \cdot 1490 \cdot 10^{-6}}{2} = 4,8s$$