

Relatório Resumo

Carga e Descarga de um condensador

Autores:

Vasco Sousa, 1221700

Rafael Araújo, 1201804

João Pinto, 1221694

José Sá, 1220612

Turma: 2DI

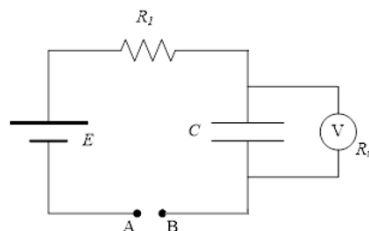
Grupo: D

Data: 07/11/2023

Docente: Lijian Meng

Procedimento experimental

Em primeiro lugar começamos por montar o circuito da seguinte forma:



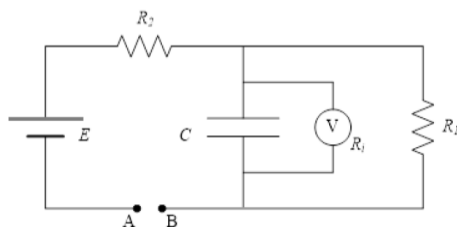
$R_1 = 10 \text{ M}\Omega$;
 $C = 2,2 \text{ }\mu\text{F}$ (ou $4,7 \text{ }\mu\text{F}$);
 E – Fonte C.C. de 6 V ;
 V – Voltímetro digital;
 $[R_i = 10 \text{ M}\Omega]$ (*)
 (*) R_i – Resistência interna do
 voltímetro digital

Figura 5 – Circuito a implementar para carga do condensador, C .

Com o multímetro na função de voltímetro, começamos por medir a tensão da fonte de alimentação para tensões contínuas. Em seguida, medimos a resistência R_1 e medimos o condensador com o multímetro na função de medição de capacidades.

A atividade laboratorial seguinte começou com a medição da carga do condensador. Para isso, fizemos a ligação elétrica entre os pontos A e B do circuito e medimos a tensão nos terminais do condensador por cinco segundos, até que o valor estivesse estabilizado, ou seja, $V_c = V_{max}$.

Finalmente, iniciamos a análise da descarga do condensador. Para isso, montamos o circuito da seguinte maneira:



$R_1 = 10 \text{ M}\Omega$;
 $R_2 = 10 \text{ K}\Omega$ (ou $5,6 \text{ K}\Omega$);
 $C = 2,2 \text{ }\mu\text{F}$ (ou $4,7 \text{ }\mu\text{F}$);
 E – Fonte C.C. de 6 V ;
 V – Voltímetro digital;
 $[R_i = 10 \text{ M}\Omega]$ (*)
 (*) R_i – Resistência interna do
 voltímetro digital

Figura 6 – Circuito a implementar para a descarga do condensador, C .

Após conectar os pontos A e B até que o voltímetro estabilizasse (V_{max}), desconectamos a conexão elétrica entre A e B. Em seguida, lemos os valores V_C ($t=0$). Anotamos então a tensão de cinco em cinco segundos até que o condensador descarregasse totalmente.

No final, modificamos o circuito de descarga do condensador para $R_1 = 5 \text{ M}\Omega$, utilizando duas resistências de $10 \text{ M}\Omega$.

TRATAMENTO DE DADOS

Após efetuarmos todos os passos, os resultados que obtivemos foram os seguintes:

Ex1	
E = 5,91V	
Ex2	
R1 = 9,80 OHM	
Ex3	
C = 0V	
Ex5	
Valor =	03.200 mV
Ex9	
Vc (t=0) =	5.9

Ex6	
Tempo (s)	Tensão Vc (V) medida com o voltímetro
0	0,003
5	0.667
10	1.077
15	1.474
20	1.699
25	1.978
30	2.150
35	2.280
40	2.400
45	2.490
50	2.550
55	2.610
60	2.650
65	2.690
70	2.720
75	2.740
80	2.760
85	2.770
90	2.780
95	2.790
100	2.800
105	2.810
110	2.810
115	2.820
120	2.820

Ex10	
Tempo (s)	medida com o voltímetro
0	5,9
5	5.150
10	4.080
15	3.320
20	2.570
25	2.040
30	1.628
35	1.349
40	1.068
45	0.857
50	0.697
55	0.561
60	0.457
65	0.368
70	0.300
75	0.239
80	0.198
85	0.167
90	0.151
95	0.136
100	0.121
105	0.109
110	0.099
115	0.091
120	0.082
125	0.074

Ex. 11	
Tempo (s)	Tensão Vc (V) medida com o voltímetro
0	5.900
5	4.720
10	3.420
15	2.470
20	1.420
25	1.210
30	0.882
35	0.659
40	0.483
45	0.349
50	0.252
55	0.179
60	0.144
65	0.117
70	0.097
75	0.079

Resultados e representação gráfica

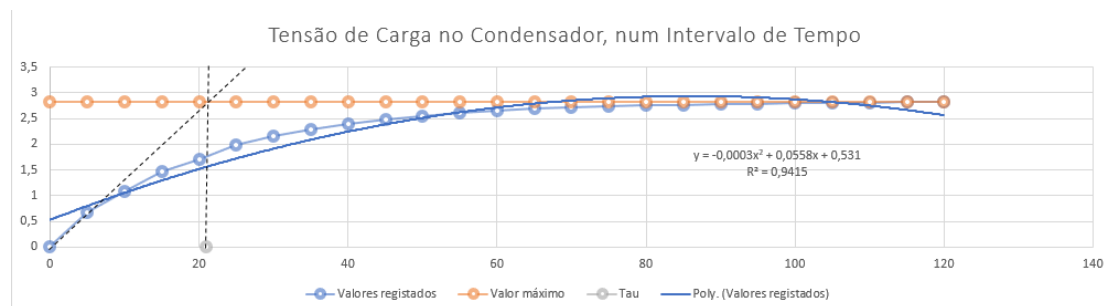
Na carga do condensador

12 – Qual o valor previsível (ou teórico) de queda de tensão nos terminais do condensador após a carga?

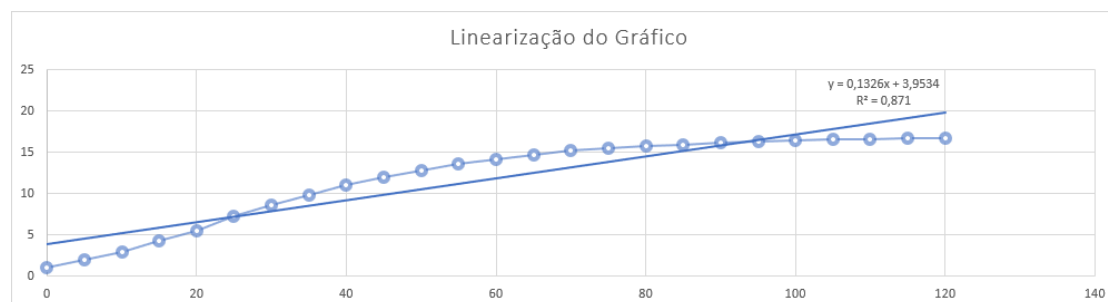
R: Devido ao facto de que, quando o condensador está totalmente carregado, ele não deixa passar nenhuma carga, o que significa que a tensão da fonte é zero, o valor teórico de queda de tensão nos terminais do condensador seria de 6V.

13 – Represente graficamente os dados experimentais de V_c em função do tempo, obtidos no ponto 6, com $R_1=10\text{ M}\Omega$. Faça o ajuste aos dados representados, e apresente a equação da curva que melhor se ajuste aos valores experimentais, assim como o seu coeficiente de correlação.

Após passarmos todos os dados para o Excel, o gráfico que obtemos para a Carga foi o seguinte:



De forma a obtermos o coeficiente de correlação de forma mais eficaz, calculamos o logaritmo de cada valor e obtivemos o gráfico que se segue, gráfico este que nos permite concluir que temos uma correlação linear positiva.



14 – Da equação obtida determine a constante de tempo, e através de leitura no gráfico, qual a constante de tempo na carga do condensador, tal como pode observar na figura 2?

De forma a obtermos a constante de tempo na carga do condensador, calculamos utilizando a equação polinomial que obtivemos no Excel, da seguinte forma:

$$\begin{aligned}
 & -0,0003x^2 + 0,0558x + 0,531 = \\
 & 0,632 * [(-0,0003(5x)^2 + 0,0558(5x) + 0,531)] \\
 \Leftrightarrow & -0,0003x^2 + 0,0558x + 0,531 = 0,632 * [-0,0075 + 0,279x + 0,531] \\
 \Leftrightarrow & -0,0003x^2 + 0,0558x + 0,0558x + 0,531 = -0,00474x^2 + 0,176328x + \\
 & 0,335592 + 0,00444x^2 \\
 \Leftrightarrow & 0,00444x^2 + (-0,120528)x + 0,195408 = 0 \\
 \Leftrightarrow & 0,00444x^2 - 0,120528x + 0,195408 = 0 \\
 \Leftrightarrow & x = 25,4144
 \end{aligned}$$

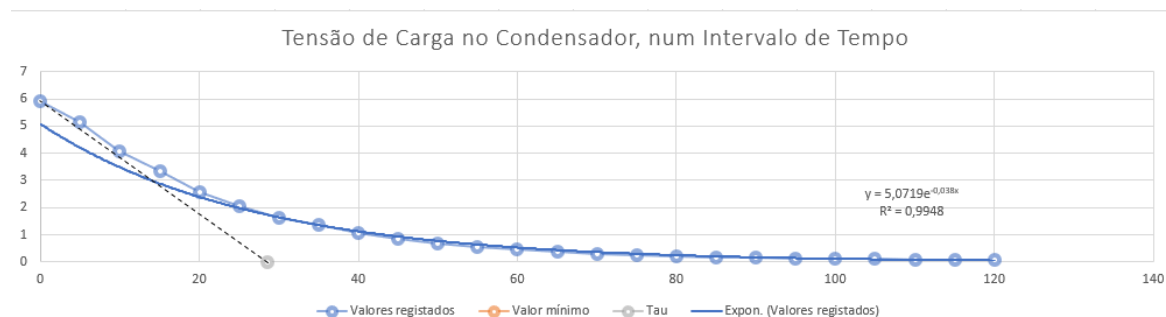
15 – Qual é a duração previsível da carga do condensador?

R: Durante a carga do condensador, este vai aumentando a sua tensão até que atinge o valor máximo. Como resultado, "teoricamente" espera-se que o valor da carga do condensador dure para $t = \infty$.

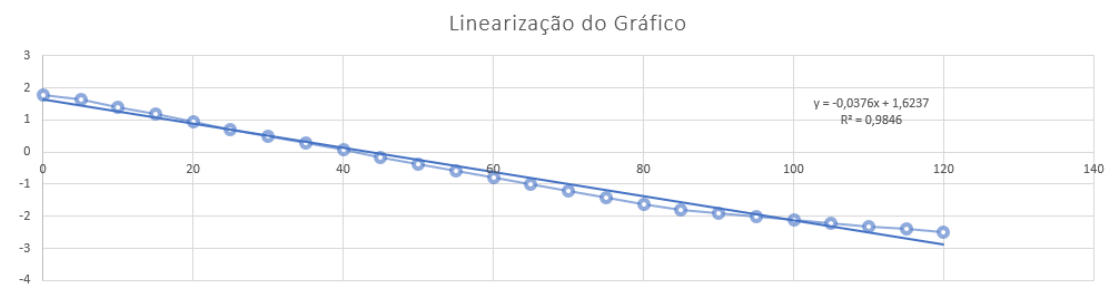
Na descarga do condensador

16 – Represente graficamente os dados experimentais obtidos no ponto 10, de V_c em função do tempo, dos dados para $R_1 = 10\text{ M}\Omega$. Faça o ajuste aos dados representados, e apresente a equação da curva que melhor se ajuste aos valores experimentais, assim como o seu coeficiente de correlação.

Após passarmos todos os dados para o Excel, o gráfico que obtemos para a Descarga, quando $R_1 = 10\text{ M}\Omega$, foi o seguinte:



De forma a obtermos o coeficiente de correlação de forma mais eficaz, calculamos o logaritmo de cada valor e obtivemos o gráfico que se segue, gráfico este que nos permite concluir que temos uma correlação linear negativa.



17 – Da equação obtida determine a constante de tempo para este circuito.

Cálculo através da equação exponencial:

$$\begin{aligned}
 5,0719 * e^{-0,038x} &= (5,0719 * e^{-0,038*0}) * 0,368 \\
 \Leftrightarrow 5,0719 * e^{-0,038x} &= 5,0719 * 0,368 \\
 \Leftrightarrow e^{-0,038x} &= 0,368 \\
 \Leftrightarrow -0,038x = \ln(0,368) &\Leftrightarrow x = \frac{\ln(0,368)}{-0,038} \Leftrightarrow x = 26,31
 \end{aligned}$$

Cálculo através do declive da equação da reta de ajuste:

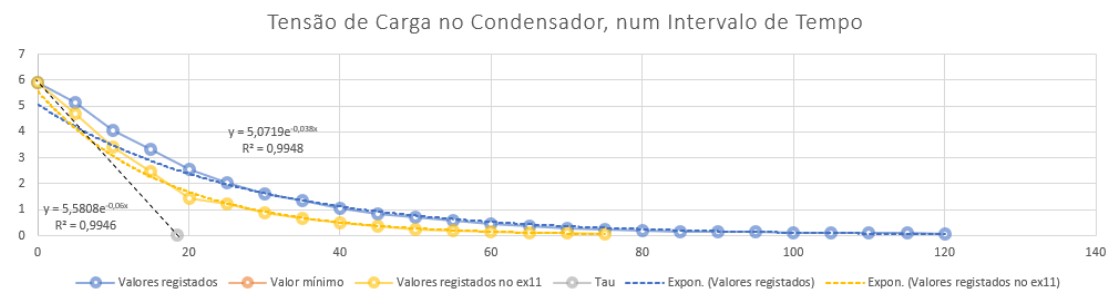
Equação da reta de ajuste :	$y = -0,0376x + 1,6237$
declive = $-1/\tau$	-0,0376
constante de tempo =	26,60

18 – Estime a constante de tempo na descarga do condensador, obtida pela representação gráfica anterior (no ponto 16), como se pode observar na figura 4.

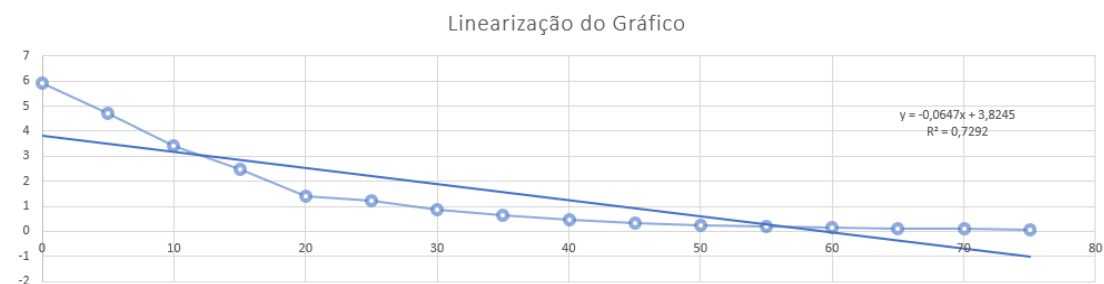
R: De acordo com a visualização da Figura 2, através da definição da reta tangente à curva da descarga e a interseção da mesma com a linha de tempo (no eixo xx) conseguimos obter uma aproximação do valor $\tau = 28,5$ segundos.

19 – Junte ao gráfico criado no ponto 16, os dados obtidos no ponto 11, quando $R_1 = 5 \text{ M}\Omega$. Faça o ajuste aos dados representados desta nova curva e apresente a equação da curva que melhor se ajuste a estes valores experimentais, assim como o seu coeficiente de correlação.

Após passarmos todos os dados para o Excel, o gráfico que obtemos para a Descarga, quando $R_1 = 10 \text{ M}\Omega$, foi o seguinte:



De forma a obtermos o coeficiente de correlação de forma mais eficaz, calculamos o logaritmo de cada valor e obtivemos o gráfico que se segue, gráfico este que nos permite concluir que temos uma correlação linear negativa.



20 – Da equação obtida nesta nova representação gráfica, determine a constante de tempo de descarga para este circuito.

Cálculo através da equação exponencial:

$$\begin{aligned}
 5,5808 * e^{-0,06x} &= (5,5808 * e^{-0,06*0}) * 0,368 \\
 \Leftrightarrow 5,5808 * e^{-0,06x} &= 5,5808 * 0,368 \\
 \Leftrightarrow e^{-0,006x} &= 0,368 \\
 \Leftrightarrow -0,06x &= \ln(0,368) \Leftrightarrow x = \frac{\ln(0,368)}{-0,06} \Leftrightarrow x = 16,66
 \end{aligned}$$

Cálculo através do declive da equação da reta de ajuste:

Equação da reta de ajuste :	$y = -0,0647x + 3,8245$
declive = $-1/\tau$	-0,0647
constante de tempo =	15,46

[21 – Estime a constante de tempo de descarga do condensador, nesta nova representação gráfica, como se pode observar na figura 4.](#)

R: De acordo com a visualização da Figura 3, através da definição da reta tangente à curva da descarga e a interseção da mesma com a linha de tempo (no eixo xx) conseguimos obter uma aproximação do valor $\tau = 18,5$ segundos.

Questões

1 – Qual o valor previsível de queda de tensão nos terminais do condensador no início da descarga? De notar que a resistência de descarga não é apenas R_1 , mas o paralelo de R_1 com R_i , considerando-se assim o efeito de carga do voltímetro.

$$\begin{aligned} Vt(\text{condensador}) &= \left(\frac{(R_1 + R_i)}{(R_1 + R_i) + 10 * 10^3} * 6 = \right. \\ &= \frac{(5 * 10^6)}{5 * 10^6 + 10 * 10^3} * 6 = 5,988V \end{aligned}$$

R: A tensão esperada é de 6,0V sabendo que a descarga do condensador começa no momento $t = 0$ e que a resistência equivalente é de $5M\Omega$, a resistência interna do voltímetro é de $10M\Omega$. Se repararmos o condensador no início da descarga, ele está totalmente carregado, o que significa que não permite passar nenhuma corrente, o circuito é como um circuito aberto. Através da lei das malhas, sabemos que a soma das tensões em cada resistência é igual à soma das *f.e.m.*, então podemos provar que o condensador tem, aproximadamente, 6,0V.

2 – Compare os valores das constantes de tempo obtidas na descarga do condensador nas duas situações experimentais quando $R_1 = 10\text{ M}\Omega$ e $R_1 = 5\text{ M}\Omega$, obtidas pelas equações das representações e através da leitura nos gráficos construídos. E compare com a situação ideal calculada (os valores teóricos). Comente as diferenças obtidas entre as constantes de tempo das diferentes situações.

Para $R_1 = 10\text{ M}\Omega$

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{5 * 10^6} \right)^{-1} + 10 * 10^3$$

$$t_3 = R_{eq} * C = 5,01 * 10^6 * 4,7 * 10^{-6}$$

$$t_1 = 26,31s \text{ (ex17)}$$

$$t_2 = 28,50s \text{ (ex18)}$$

$$t_3 = 23,55s$$

$$e\%_1 = \frac{|T_1 - T_2|}{T_2} * 100 = 7,68\%$$

$$e\%_2 = \frac{|T_1 - T_3|}{T_3} * 100 = 11,72\%$$

$$e\%_3 = \frac{|T_2 - T_3|}{T_3} * 100 = 21,02\%$$

Para $R_1 = 5\text{ M}\Omega$

$$R_{eq} = \left(\frac{1}{3,3 * 10^6} \right)^{-1} + 10 * 10^3$$

$$t_3 = R_{eq} * C = 3,31 * 10^6 * 4,7 * 10^{-6}$$

$$t_1 = 16,66s \text{ (ex20)}$$

$$t_2 = 18,5s \text{ (ex21)}$$

$$t_3 = 15,56s$$

$$e\%_1 = \frac{|T_1 - T_2|}{T_2} * 100 = 9,95\%$$

$$e\%_2 = \frac{|T_1 - T_3|}{T_3} * 100 = 7,07\%$$

$$e\%_3 = \frac{|T_2 - T_3|}{T_3} * 100 = 18,90\%$$

R: Após a realização dos cálculos é possível concluir que tanto para $R_1 = 10\text{M}\Omega$, como para $R_1 = 5\text{M}\Omega$, os valores experimentais/calculados são parecidos entre si, no entanto quando se trata da comparação dos mesmos com o valor teórico, já se nota uma maior discrepância nos valores. Isto deve-se ao facto de existirem diferentes fatores que fazem com que o valor teórico varie tanto, como é o caso do multímetro que faz com que ao ler a queda de tensão em paralelo com o circuito, este afete o valor do τ .

No entanto, vale a pena ressaltar que a resistência interna do multímetro não é a única razão para as diferenças entre os valores teóricos e os experimentais. Outros fatores, como variações nos componentes e imprecisões nas medições, também podem contribuir para as diferenças observadas. Portanto, ao fazer medidas de circuitos RC, é importante considerar e compensar a resistência interna do multímetro e minimizar outras fontes de erro.

Observações

- Nos pontos 14, 18 e 21, devido à ausência de funcionalidades no Excel para realizar cálculos de tangente no ponto $x=0$, foi necessário recorrer à construção manual da reta tangente nesse ponto. No entanto, essa abordagem manual pode acarretar imprecisões que afetam a determinação das constantes de tempo do nosso estudo.
- Devido à constante flutuação dos valores de tensão, é relevante considerar que as alíneas 6, 10 e 11 podem conter uma margem de erro. Essa margem de erro é uma consequência da dificuldade em observar com precisão esses valores em intervalos de 5 segundos, uma vez que a tensão está sujeita a variações contínuas.