

Carga e Descarga de um condensador

Apresentado por:

Vasco Sousa, 1221700

Rafael Araújo, 1201804

João Pinto, 1221694

José Sá, 1220612

Preparado para:

Lijian Meng - LJM, Carlos

Augusto Ramos - CAR

Procedimento experimental

01

Montagem Inicial
do Circuito

02

Medição da
Tensão da Fonte
de Alimentação

03

Medição da
Resistência R_1 e
do Condensador

04

Atividade
Laboratorial -
Medição da Carga
do Condensador

05

Análise da
Descarga do
Condensador

06

Modificação do
Circuito de
Descarga do
Condensador

Tratamento de dados

Exercício 1	Exercício 2	Exercício 3	Exercício 5	Exercício 9
$E = 5,91 \text{ V}$	$R1 = 9,80 \text{ OHM}$	$C = 0 \text{ V}$	Valor = 03,200 mV	$V_c(t=0) = 5,9$

Tratamento de dados

Exercício 6

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

Exercício 10

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

Exercício 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?

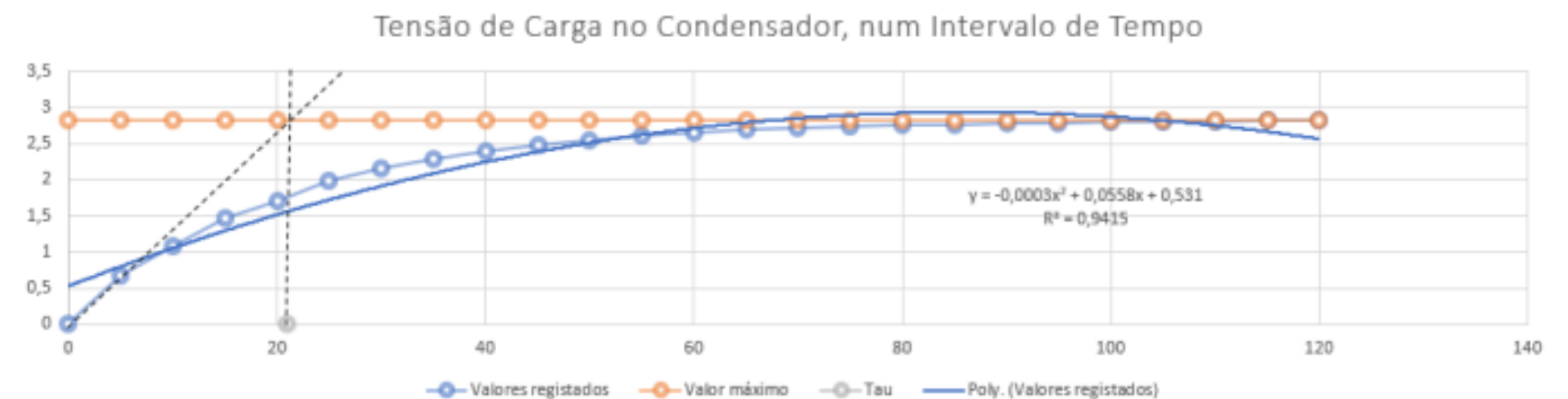
R: Devido ao facto de que, quando o condensador está totalmente carregado, ele não deixa passar nenhuma carga, o que significa que a tensão da fonte é zero, o valor teórico de queda de tensão nos terminais do condensador seria de 6V.

Resultados e representação gráfica

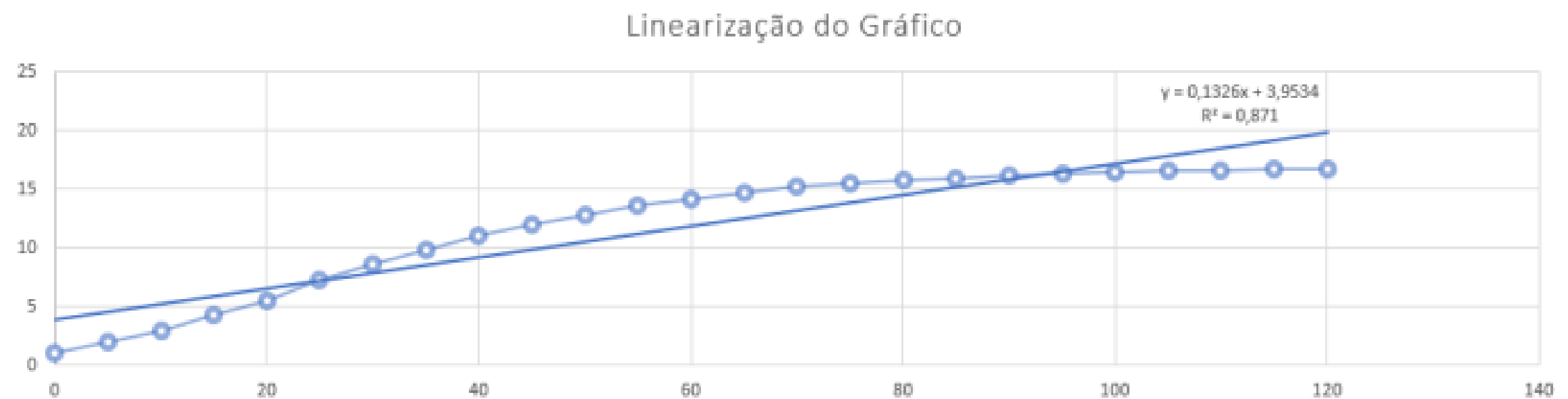
Na carga do condensador

13 – Represente graficamente os dados experimentais de V_c em função do tempo, obtidos no ponto 6, com $R_1=10\text{ M}$. 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.



Resultados e representação gráfica

Na carga do condensador

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?

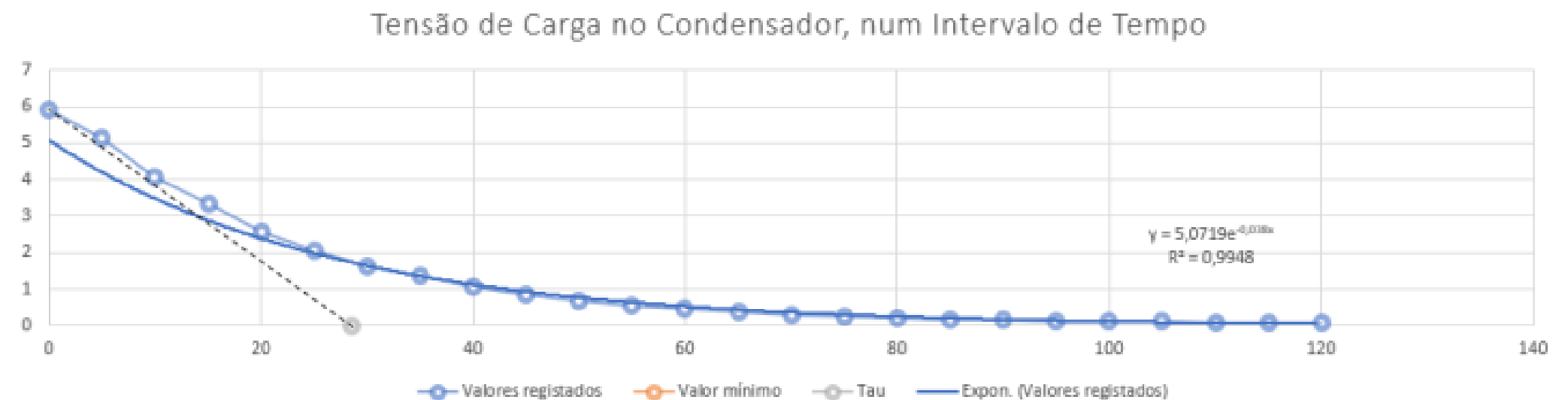
R: Durante a carga do condensador, este vai aumentado a sua tensão até que atinge o valor máximo. Como resultado, "teoricamente" espera-se que o valor da carga do condensador dure para $t = \infty$.

Resultados e representação gráfica

Na descarga do condensador

16 – Represente graficamente os dados experimentais obtidos no ponto 10, de V_c em função do tempo, dos dados para $R1 = 10\text{ M}$. 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 $R1 = 10\text{ M}\Omega$, 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.



Resultados e representação gráfica

Na descarga do condensador

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

Cálculo através da equação exponencial:

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

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.

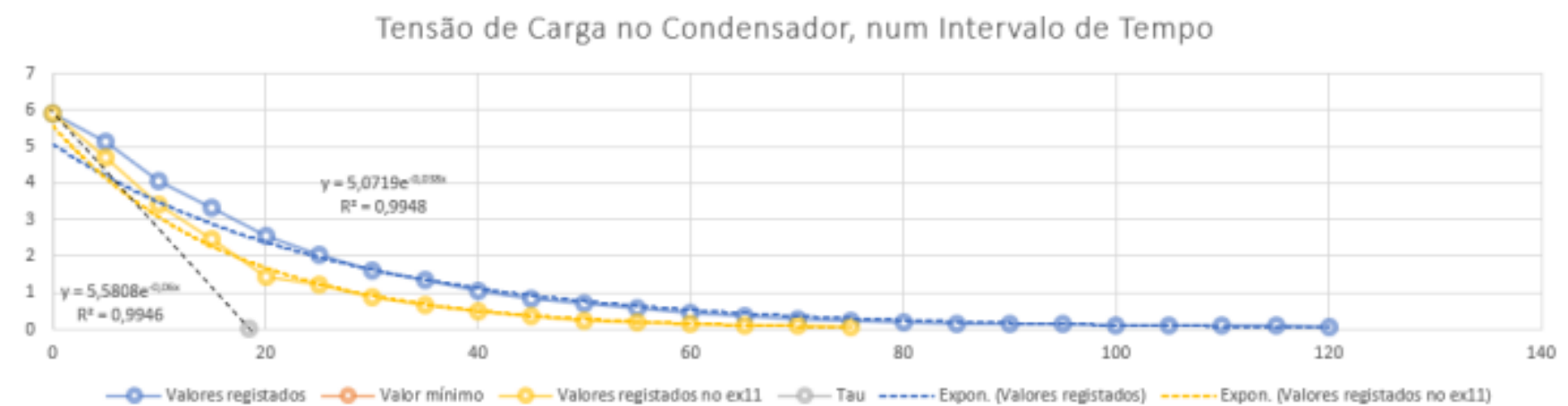
R: De acordo com a visualização da Figura 2, através da definição da reta tangente à curva da descarga e a interseção da mesma com a linha de tempo (no eixo xx) conseguimos obter uma aproximação do valor = 28,5 segundos.

Resultados e representação gráfica

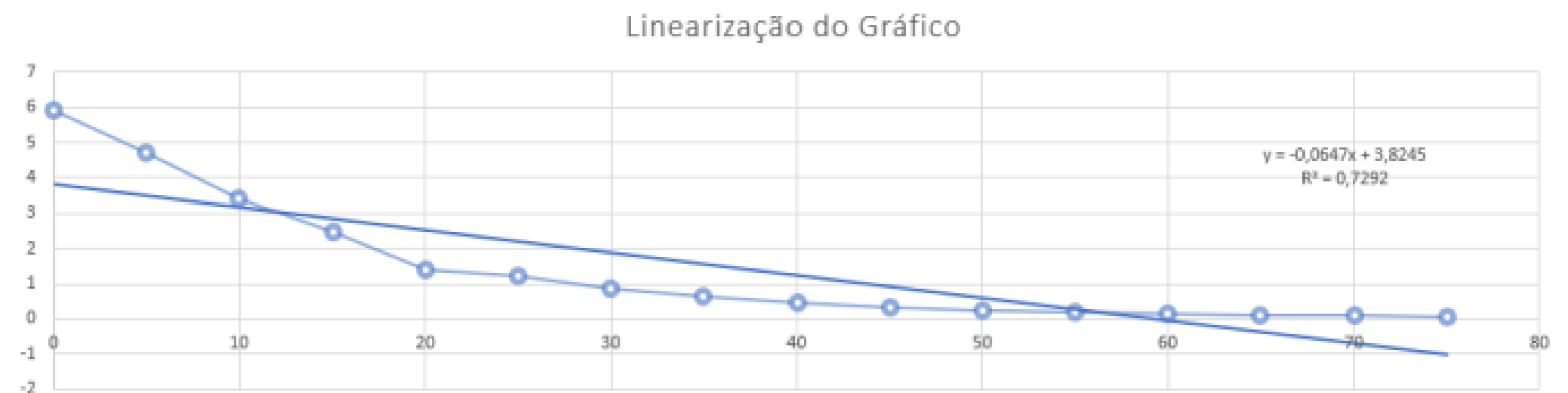
Na descarga do condensador

19 – Junte ao gráfico criado no ponto 16, os dados obtidos no ponto 11, quando $R1 = 5 \text{ M}$. 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 $R1 = 10 \text{ M}\Omega$, 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.



Resultados e representação gráfica

Na descarga do condensador

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

Cálculo através da equação exponencial:

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

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 = 18,5 segundos.

Questão 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.

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

R: A tensão esperada é de 6,0V sabendo que a descarga do condensador começa no momento $t = 0s$ 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.

Questão 2

Compare os valores das constantes de tempo obtidas na descarga do condensador nas duas situações experimentais quando $R1 = 10\text{ M}$ e $R1 = 5\text{ M}$, 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.

R: Após os cálculos, os valores experimentais/calculados para $R1 = 10\text{M}\Omega$ e $R1 = 5\text{M}\Omega$ são semelhantes, mas apresentam discrepância em relação aos valores teóricos. Isso se deve à influência do multímetro na leitura da queda de tensão, afetando o valor de τ . A resistência interna do multímetro não é a única razão; variações nos componentes e imprecisões nas medições também contribuem para as diferenças. Ao medir circuitos RC, é essencial considerar e compensar a resistência interna do multímetro, minimizando outras fontes de erro.

Para $R1 = 5\text{M}\Omega$	$R1 = 10\text{M}\Omega$
$Req = (\frac{1}{3,3 * 10^6})^{-1} + 10 * 10^3$	$Req = (\frac{1}{5 * 10^6})^{-1} + 10 * 10^3$
$t3 = Req * C = 3,31 * 10^6 * 4,7 * 10^{-6}$	$t3 = Req * C = 5,01 * 10^6 * 4,7 * 10^{-6}$
$t1 = 16,66s \text{ (ex20)}$	$t1 = 26,31s \text{ (ex17)}$
$t2 = 18,5s \text{ (ex21)}$	$t2 = 28,50s \text{ (ex18)}$
$t3 = 15,56s$	$t3 = 23,55s$
$e\%1 = \frac{ T1 - T2 }{T2} * 100 = 9,95\%$	$e\%1 = \frac{ T1 - T2 }{T2} * 100 = 7,68\%$
$e\%2 = \frac{ T1 - T3 }{T3} * 100 = 7,07\%$	$e\%2 = \frac{ T1 - T3 }{T3} * 100 = 11,72\%$
$e\%3 = \frac{ T2 - T3 }{T3} * 100 = 18,90\%$	$e\%3 = \frac{ T2 - T3 }{T3} * 100 = 21,02\%$

Observações

1. Cálculos de Tangente no Excel:

- Nos pontos 14, 18 e 21, a ausência de funcionalidades no Excel para calcular tangentes em $x=0$ exigiu a construção manual da reta tangente nesses pontos.

2. Possíveis Imprecisões na Construção Manual:

- A abordagem manual pode resultar em imprecisões, potencialmente afetando a determinação das constantes de tempo do estudo.

3. Flutuações nos Valores de Tensão:

- Devido à constante flutuação nos valores de tensão, as alíneas 6, 10 e 11 podem conter uma margem de erro.

4. Margem de Erro devido à Observação em Intervalos de 5 Segundos:

- A dificuldade em observar com precisão os valores em intervalos de 5 segundos pode introduzir uma margem de erro, especialmente devido às variações contínuas na tensão.