Relatório 05: Capacitor e Circuitos RC

Ana Letícia Pereira - RA 119065
Milena Lumi Hangai - RA 184654
Rafael Picasso Tóth - RA 223706
Tomás Conti Loesch - RA 224991

1. AFIRMAÇÃO DE HONESTIDADE

A equipe declara que este relatório que está sendo entregue foi escrito por ela e que os resultados apresentados foram medidos por ela durante as aulas de F 329 no 2S/2020. Declara ainda que o relatório contém um texto original que não foi submetido anteriormente em nenhuma disciplina dentro ou fora da Unicamp.

2. INTRODUÇÃO

O experimento 5 tem como objetivo estudar o comportamento de circuitos RC sob diferentes situações. A princípio o experimento será dividido em 3 partes: I - estudo de um circuito RC com constante de tempo τ longa ($\approx 1s$), II - estudo de um circuito RC com constante de tempo τ curta ($\approx 1ms$) e III - estudo de um capacitor de placas paralelas.

Para este experimento, foi utilizado um multímetro, osciloscópio, gerador de funções, fonte de tensão, resistores de $(0,991 \pm 0,004)$ kΩ, de $(9,92 \pm 0,03)$ kΩ e de $(10,33 \pm 0,03)$ kΩ, capacitor eletrolítico de 1mF, capacitor cerâmico de 47 nF, discos de alumínio, papel sulfite ou outro material dielétrico e paquímetro.

Além das análises feitas a partir do material disponibilizado, também foi utilizado o software TinkerCAD para simular os circuitos a serem estudados e assim, ter uma melhor compreensão sobre os fenômenos analisados.

3. CIRCUITO RC COM CONSTANTE DE TEMPO τ LONGA

O circuito montado para esta situação apresenta uma resistência no valor de $(0,991 \pm 0,004)k\Omega$ e um capacitor eletrolítico de $(0,986 \pm 0,031)mF$, logo pela equação 1 temos que o tempo teórico deste circuito é de $(0,977 \pm 0,031)s$. Assim, através das equações 2 e 3 foi possível determinar a corrente que atravessa o capacitor e a função da tensão no capacitor.

Com os valores obtidos disponibilizados, temos o gráfico da tensão pelo tempo, onde é observado um comportamento exponencial, como esperado, dada a equação 3. Sendo assim, foi realizado um ajuste linear desta equação e projetado um novo gráfico de ln(V(t)) pelo tempo, mostrado no gráfico 2.

Temos que $ln(V_c(t)) = ln(V_p) + ln(exp(-t/\tau))$, logo, $V_c(t) = B + A \cdot t$, onde pela linearização $A = (-1,053 \pm 0,002) = -\frac{1}{\tau}$. Portanto o tempo experimental deste circuito é $\tau = (0,950 \pm 0,002)s$ (o sinal negativo neste caso é um indicativo de descarga). Percebe-se que o tempo teórico está próximo ao tempo experimental, confirmando a validade da equação utilizada.

Além disso, temos o valor de $V_p = (3,08 \pm 0,08)V$ pelo html disponibilizado. Entretanto, temos um valor $B = (1,459 \pm 0,002) = ln(V_p)$, portanto, $V_p = (4,30 \pm 0,01)V$. Diferentemente dos tempos, as tensões de pico não deram valores próximos, indicando alguma imprecisão de medição.

4. CIRCUITO RC COM CONSTANTE DE TEMPO τ CURTA

Para o segundo circuito, foi utilizado um capacitor cerâmico de $(46,4 \pm 0,7))nF$ e um resistor de $(9,92 \pm 0,03)k\Omega$. Pela equação 1, temos que o tempo teórico deste circuito é de $(0,00047 \pm 0,00001)s$. Como observado no vídeo-experimento, conseguimos identificar o ciclo de carga e descarga do capacitor através do gerador de funções

Assim como na parte 1, temos o gráfico 3, de comportamento exponencial e o gráfico 4, da linearização da equação 3, logo $V_c(t) = B + A \cdot t$, colocando os dados no SciDavis, obtemos o gráfico 4, onde $A = (-2034,92 \pm 3,14) = -\frac{1}{\tau}$. Portanto, o tempo experimental deste circuito é de $\tau = (0,000491 \pm 0,0000004)s$, se aproximando muito do valor do tempo teórico mencionado acima. $B = (1,121 \pm 0,002) = ln(V_p)$, portanto $V_p = (3,07 \pm 0,01)V$, enquanto o V_p tirado do html disponibilizado é de $V_p = (3,04 \pm 0,08)V$. Diante disso, podemos dizer que o V_p teórico e o experimental estão com valores próximos e condizentes.

5. CAPACITOR DE PLACAS PARALELAS

Para a parte observacional do experimento, o grupo irá estudar a capacitância parasítica dos cabos coaxiais utilizados e também a constante dielétrica do papel. Foi utilizado um circuito semelhante à situação anterior, entretanto, no lugar de um capacitor cerâmico, foi colocado um capacitor de placas paralelas com duas folhas de papel entre as placas, com espessura total de $(0,217 \pm 0,03)mm$ (2 folhas de papel sulfite) a fim de servir como um material dielétrico. Além disso, a resistência utilizada neste circuito possui um valor de $(10,33 \pm 0,03)k\Omega$, medido pelo ohmímetro no vídeo-experimento.

Através do mesmo procedimento feitos na parte 1 e 2, foi encontrado o valor de A para a equação 3, sendo de $A = (-783908,16 \pm 1470,41) = -\frac{1}{\tau}$, logo o tempo experimental do circuito é de $\tau = (0,000001275 \pm 0,000000002)s$, então, a partir da equação 4, temos que a capacitância parasítica é de $C = 120\mu F$

Utilizando o mesmo procedimento para encontrar o valor da capacitância total das barras paralelas, encontramos $A = (-60583,55 \pm 270,23) = -\frac{1}{\tau}$, logo $\tau = (0,00001651 \pm 0,00000007)s$ e a partir da equação 4 obtemos uma capacitância de $C = 2\ nF$. A partir da equação 5, foi possível encontrar o constante dielétrica do papel $k = 2,76$

6. EQUAÇÕES UTILIZADAS

$\tau = RC$ (1)

$I(t) = -I_0 \cdot exp[-t/\tau]$ (2)

$V_C(t) = V_p \cdot exp[-t/\tau]$ (3)

$\tau = R \cdot k \cdot \varepsilon_0 \cdot (\frac{4}{d})$ (4)

$C = k \cdot \varepsilon_0 \cdot (\frac{4}{d})$ (5)

7. INCERTEZAS

Tabela 1: cálculos para a incerteza associadas ao multímetro		
Incerteza da calibração ($u_{c.R.}$)	Incerteza da leitura (u_l)	Incerteza combinada ($u_{comb.R.}$)
$u_{c.R.} = \frac{(0,005 \cdot R + 0,002)}{\sqrt{3}}$	$u_l = \frac{0,001}{2\sqrt{3}} = 0,0003$	$u_{comb.v.} = \sqrt{u_{c.R.}^2 + u_l^2}$
$u_{c.C.} = \frac{(0,025 \cdot C + 0,05)}{\sqrt{3}}$	$u_l = \frac{0,1}{2\sqrt{3}} = 0,03$	$u_{comb.v.} = \sqrt{u_{c.R.}^2 + u_l^2}$
$u_{c.C.} = \frac{(0,05 \cdot R + 0,004)}{\sqrt{3}}$	$u_l = \frac{0,001}{2\sqrt{3}} = 0,0003$	$u_{comb.v.} = \sqrt{u_{c.R.}^2 + u_l^2}$

* R é o valor da resistência medida

* C é o valor da capacitância medida pelo capacímetro

Tabela 2: cálculos para as incertezas das medidas retiradas do osciloscópio	
Tensão de pico (V_p)	$u_{v_p} = \frac{(0,03 \cdot V + 0,1 \cdot fator\ de\ escala + 0,001)}{\sqrt{3}}$

* V é o valor da tensão medida

Tabela 3: cálculo para incertezas de τ

τ teórico	$\sigma_\tau = \sqrt{C^2 \cdot \sigma_R{}^2 + R^2 \cdot \sigma_C{}^2}$
τ experimental	$\sigma_\tau = \frac{1}{A^2} \cdot \sigma_A$

8. FIGURAS E TABELAS

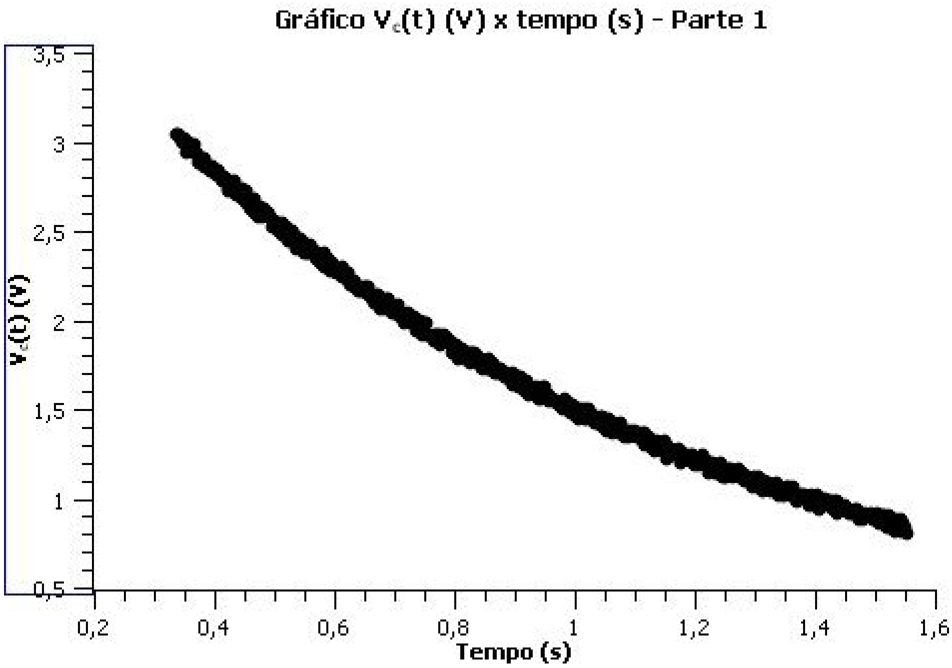

Gráfico 1: tensão no capacitor em função do tempo.

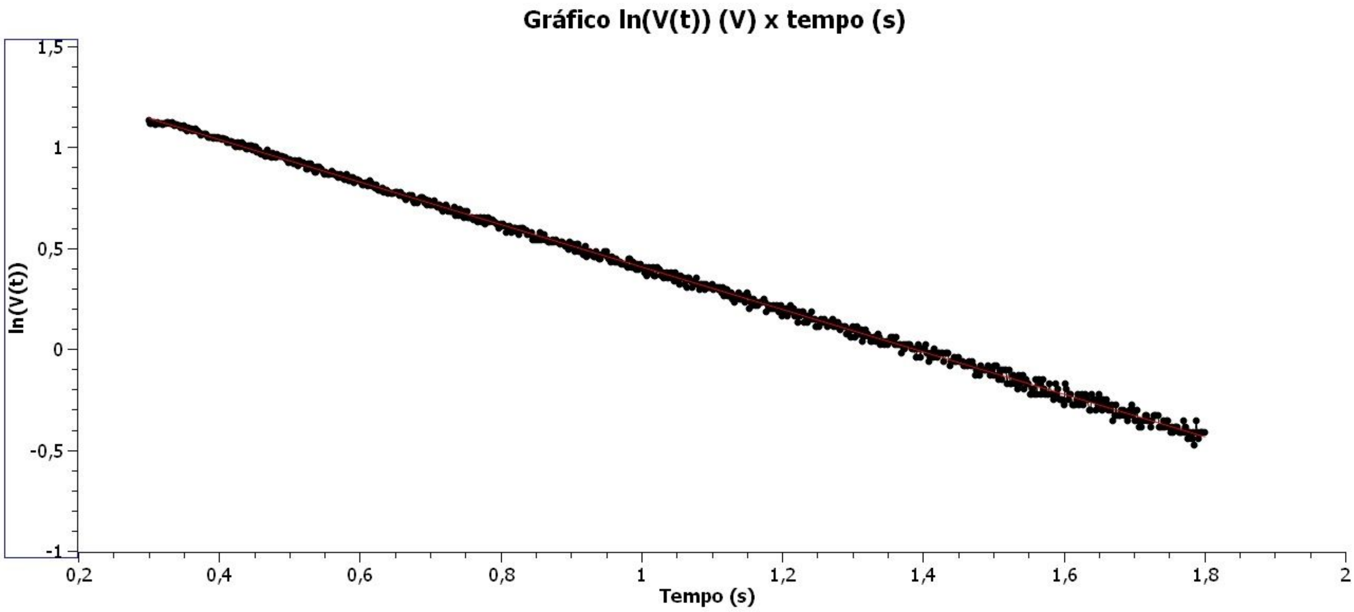

Gráfico 2: linearização dos dados da parte 1

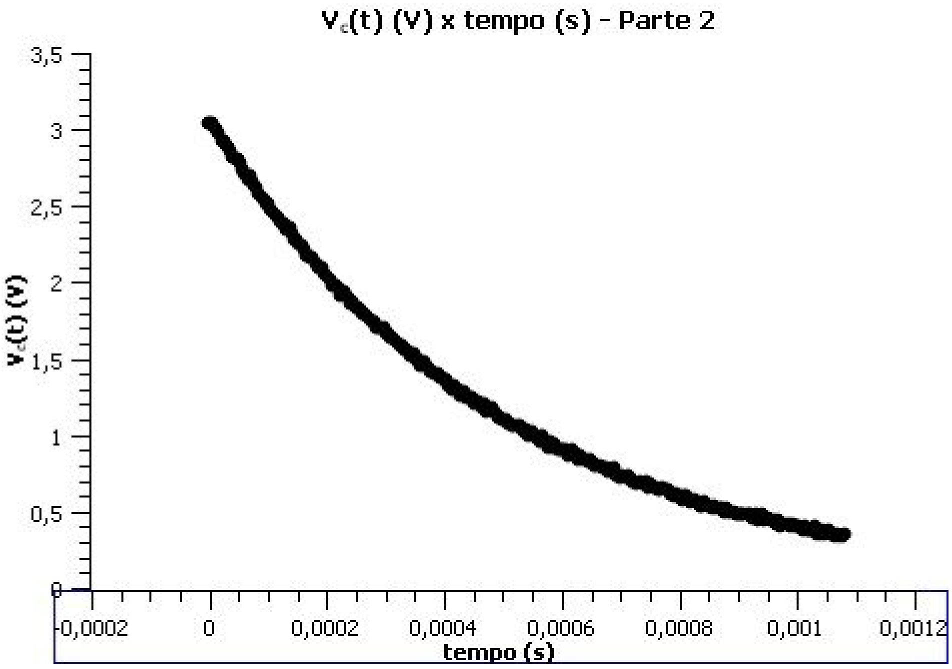

Gráfico 3: tensão no capacitor em função do tempo.

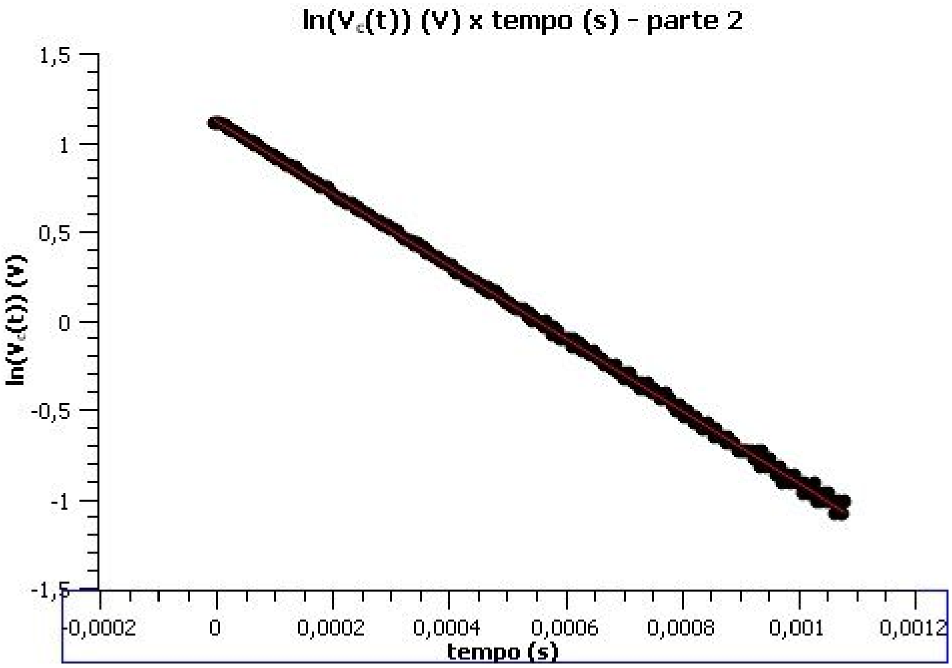

Gráfico 4: linearização dos dados da parte 2