

**Engenharia De Computação**

**FUCO5A - Análise de Circuitos Elétricos 1**

**EXPERIMENTO 03:**

**TRANSITÓRIOS EM CIRCUITOS DE CC DE 1ª ORDEM.**

**ARTHUR HENRIQUE DE OLIVEIRA PETROLI**

**DEIVID DA SILVA GALVÃO**

**JOÃO VITOR LEVORATO DE SOUZA**

**ARTHUR HENRIQUE DE OLIVEIRA PETROLI**  
**DEIVID DA SILVA GALVÃO**  
**JOÃO VITOR LEVORATO DE SOUZA**

## **Relatório**

Relatório do Trabalho Prático Disciplinar apresentado como requisito parcial à obtenção de nota na disciplina de Análise de Circuitos Elétricos 1 do Curso Superior de Engenharia de Computação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Leonardo Bruno Garcia Campanhol

**Apucarana-PR, 2024**

## SUMÁRIO

1. MATERIAIS E MÉTODOS.....	4
2. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	5
3. CONCLUSÃO.....	15

## 1. MATERIAIS E MÉTODOS

### - Materiais utilizados

- Gerador de funções;
- Osciloscópio digital;
- Multímetro;
- Matriz de contato (protoboard);
- Capacitores;
- Resistores.

### - Objetivos

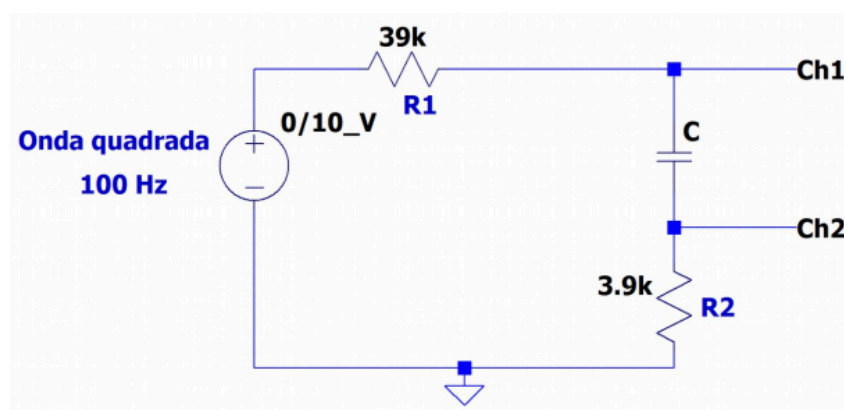
- Verificar experimentalmente a resposta transitória de circuitos de corrente contínua de primeira ordem.

### - Descrição do experimento:

Na primeira fase do experimento, foi feita experimentalmente no laboratório e via simulação o circuito da figura 1. O capacitor foi escolhido com uma capacitância de 22 nF, enquanto os resistores R1 e R2 foram definidos com resistências de 39 k $\Omega$  e 3,9 k $\Omega$ , respectivamente.

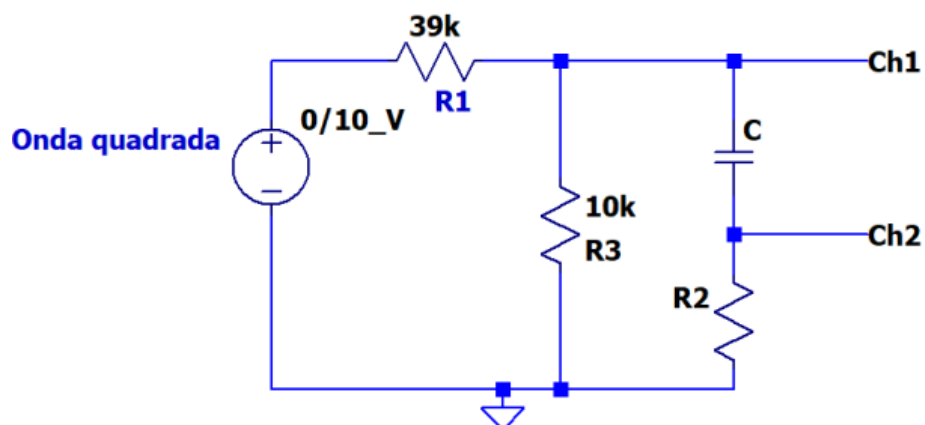
Uma vez que o experimento foi realizado, utilizou-se uma função de transição para coletar tanto os dados gráficos quanto numéricos da tensão nos pontos Ch1 e Ch2, bem como a corrente no capacitor C. Essas informações foram registradas em função do tempo para permitir a avaliação dos resultados.

Figura 1 – Circuito 1: análise de transitórios em circuito de 1ª ordem.



Em seguida, o valor do capacitor foi alterado para 5,6 nF e um resistor adicional R3 de 10 k $\Omega$  foi introduzido. A intenção era identificar a frequência da onda quadrada necessária no gerador de funções para permitir a visualização completa do processo de carga e descarga do capacitor. É relevante mencionar que R2 não tem um valor definido, o que será discutido nas análises futuras. A seguir, apresenta-se o esquema do circuito modificado:

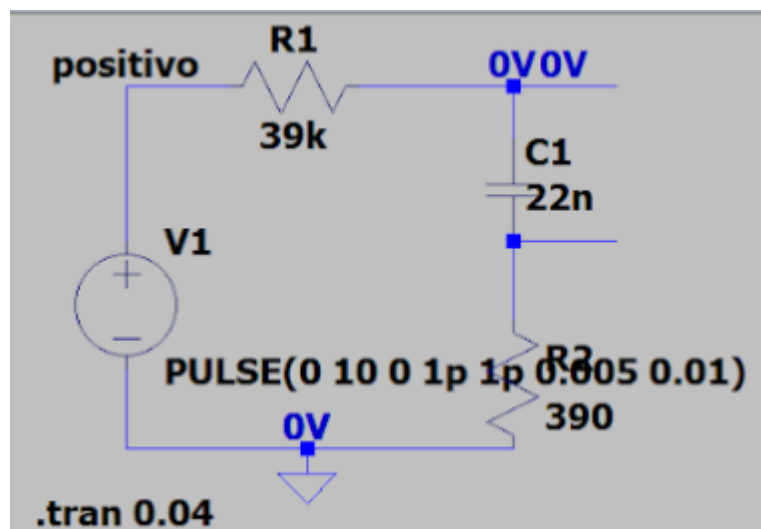
Figura 2 - Circuito 2: análise de transitórios em circuito de 1 ordem.



## 2. RESULTADOS E DISCUSSÕES

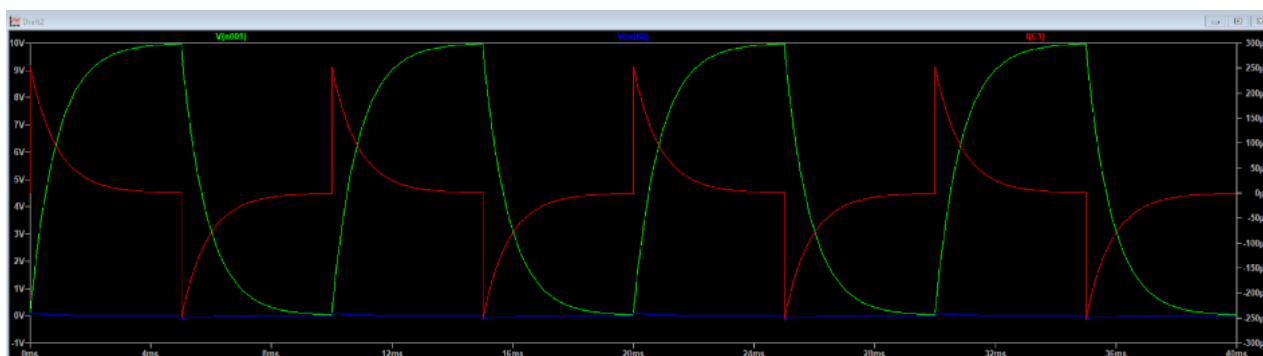
Utilizando o software LTSpice, foi montado o circuito referente à Figura 1, conforme mostrado na Figura 3 que gerou o gráfico da figura 4.

Figura 3: Circuito 1 no LTSpice.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Figura 4: Gráfico de tensão por corrente no capacitor



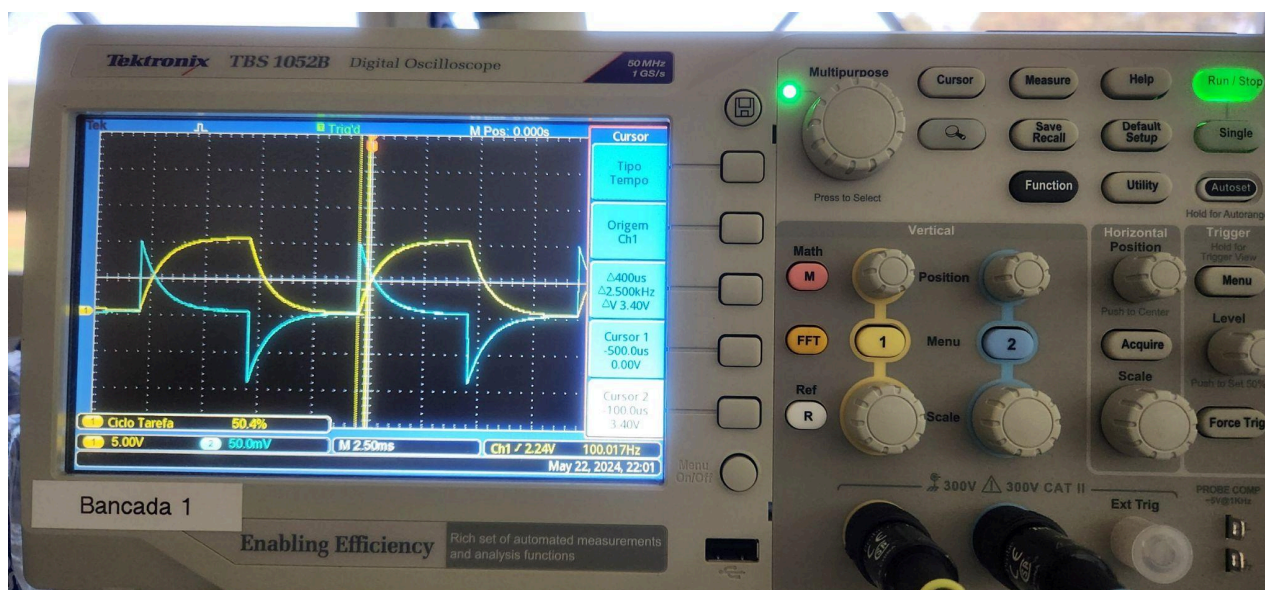
Fonte: Autoria Própria (2024).

Após a realização da simulação, procedemos com a montagem e as medições práticas no laboratório. Durante este processo, coletamos dados de corrente e tensão, que foram visualizados no osciloscópio. As imagens obtidas estão apresentadas abaixo. Os dados mais relevantes foram destacados na Tabela 1 para melhor compreensão.

Para determinar os valores de tensão e corrente do capacitor em relação à constante de tempo, é necessário primeiro calcular a constante  $\tau$ . Isso é feito multiplicando a resistência equivalente pela capacitância. Além disso, os valores de erro são obtidos através de uma fórmula específica:

$$D_{\%} = \left| \frac{r_{teo} - r_{med}}{r_{teo}} \right| \cdot 100\%$$

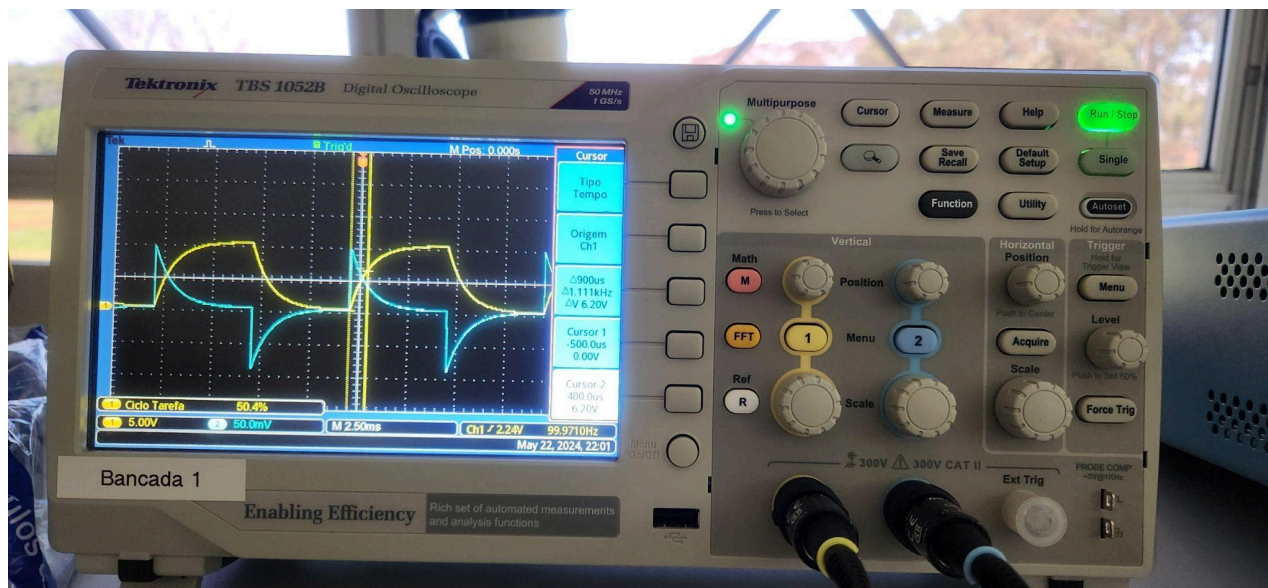
Imagem 1: Valor de V1 com  $t \approx 400 \mu s$



Fonte: Autoria Própria (2024).

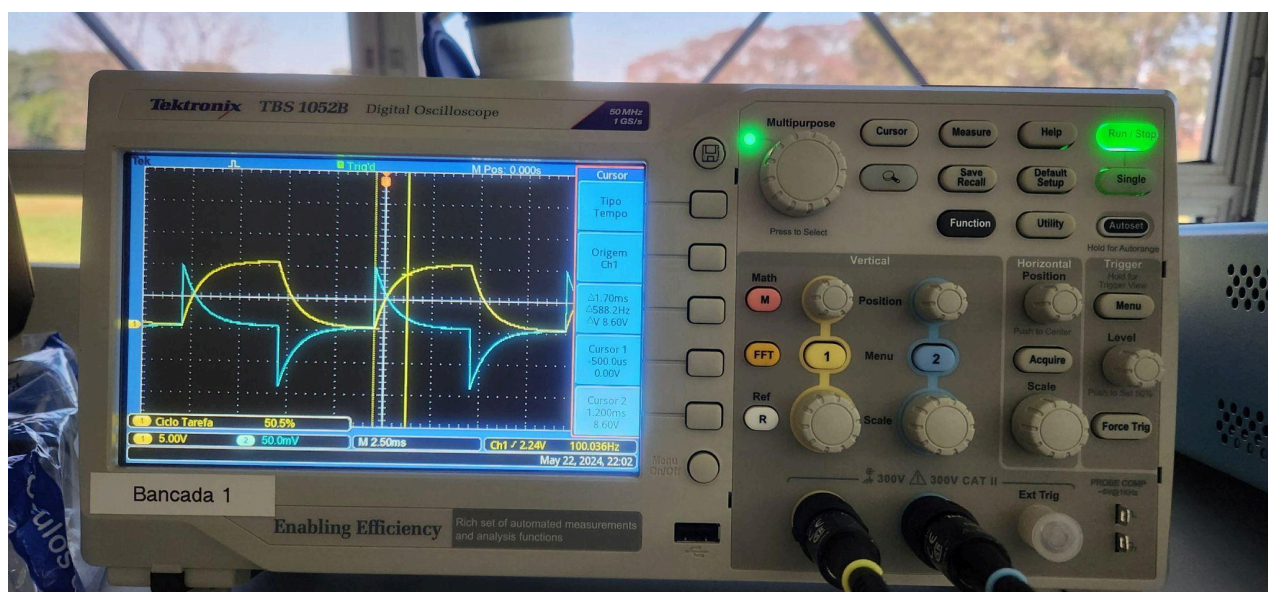


Imagem 2: Valor de V2 com  $t \approx 900 \text{ us}$



Fonte: Autoria Própria (2024).

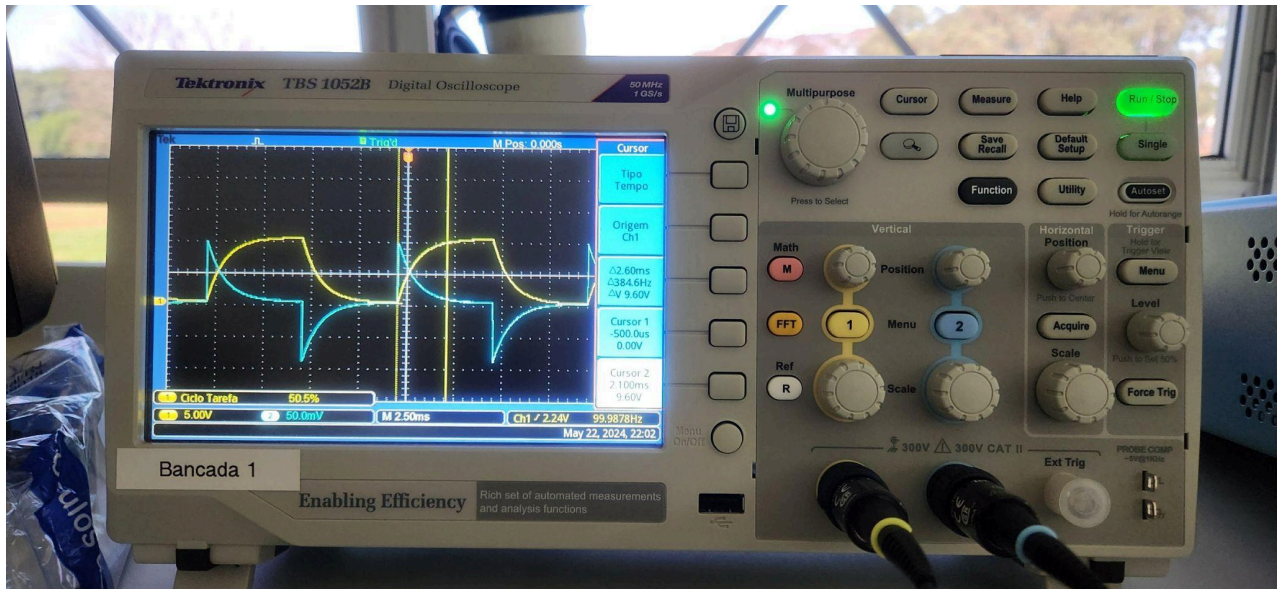
Imagem 3: Valor de V3 com  $t \approx 1.7 \text{ ms}$



Fonte: Autoria Própria (2024).

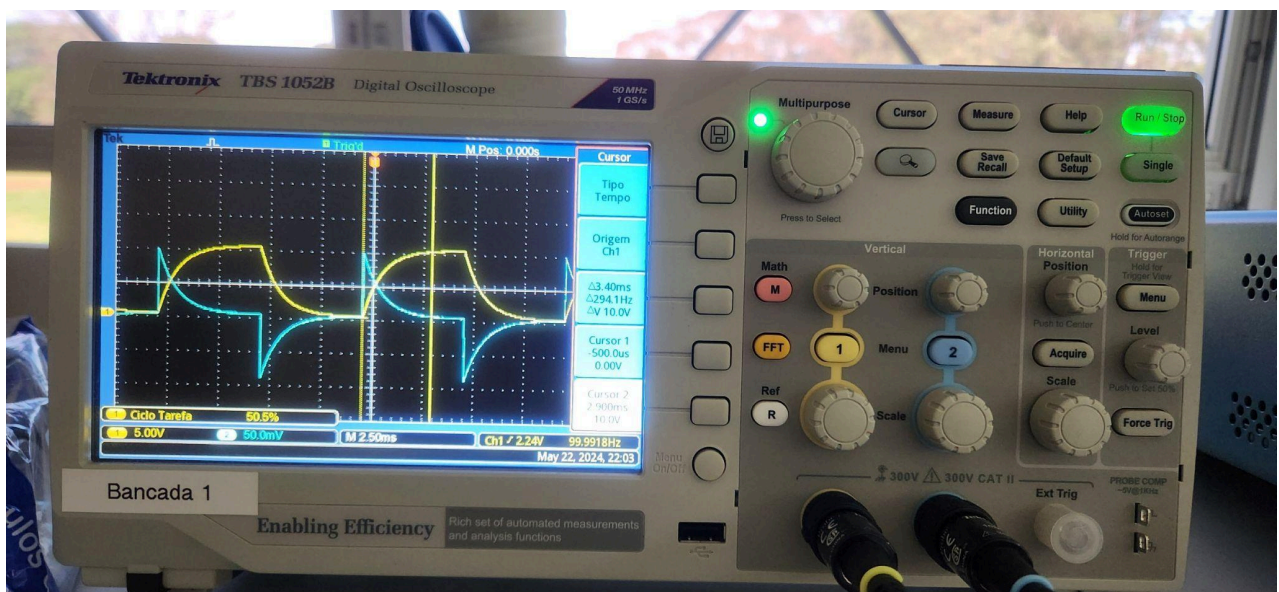


Imagem 4: Valor de V4 com  $t \approx 2.6$  ms



Fonte: Autoria Própria (2024).

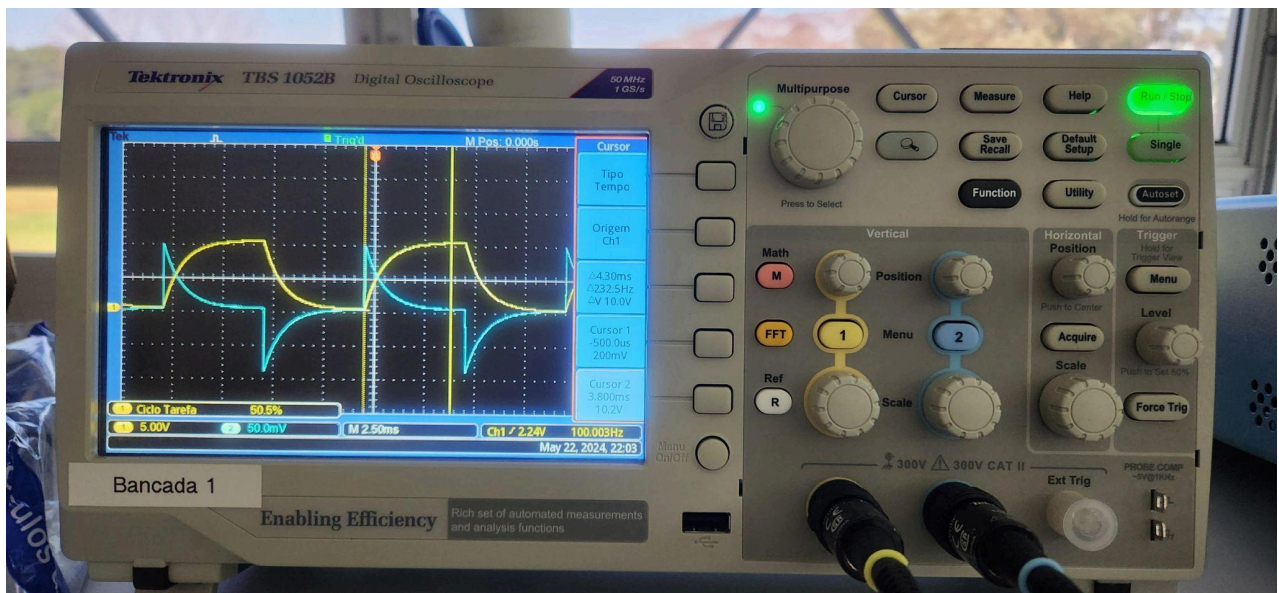
Imagem 5: Valor de V5 com  $t \approx 3.4$  ms



Fonte: Autoria Própria (2024).

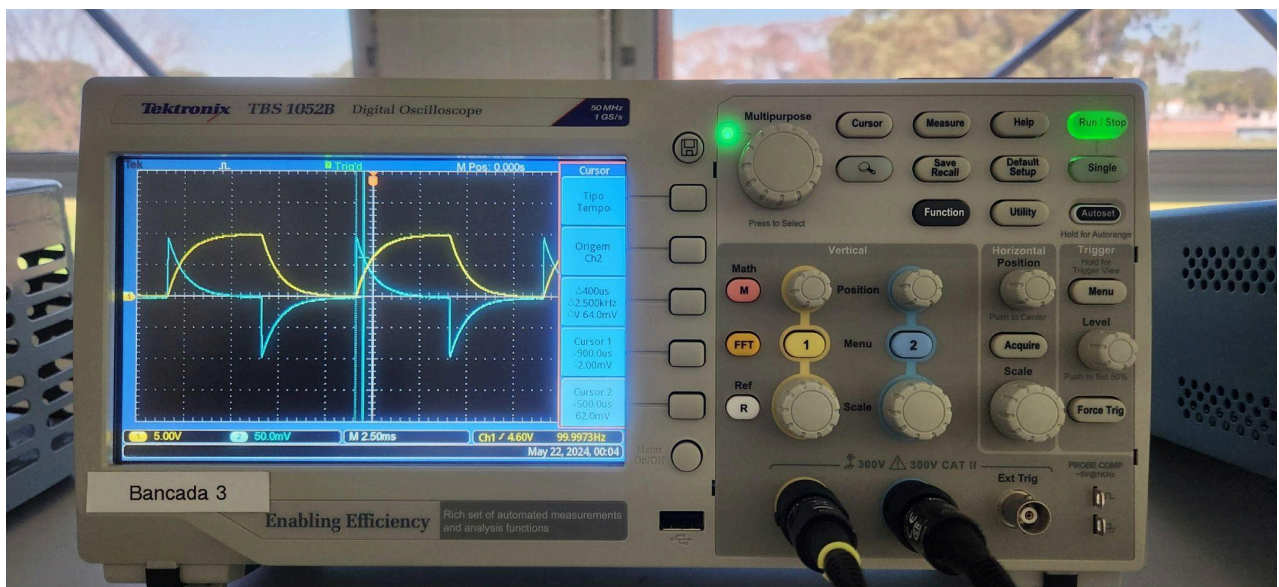


Imagem 6: Valor de  $V_6$  com  $t \approx 4.3$  ms



Fonte: Autoria Própria (2024).

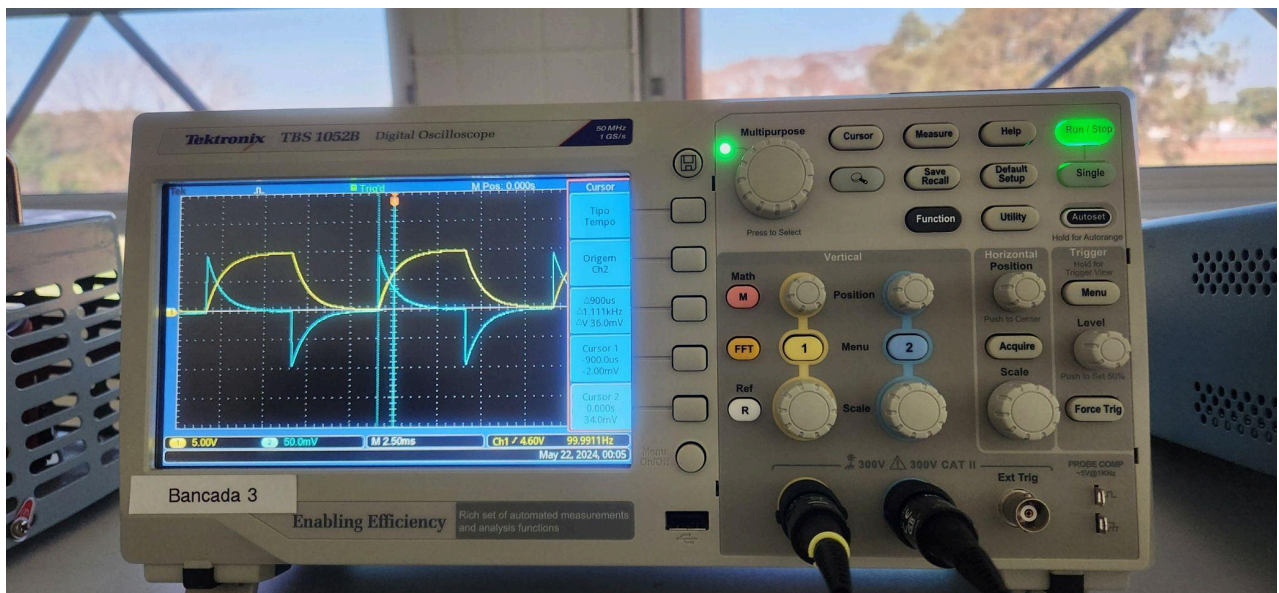
Imagem 7: Valor de  $I_{c1}$  com  $t \approx 400$  us



Fonte: Autoria Própria (2024).

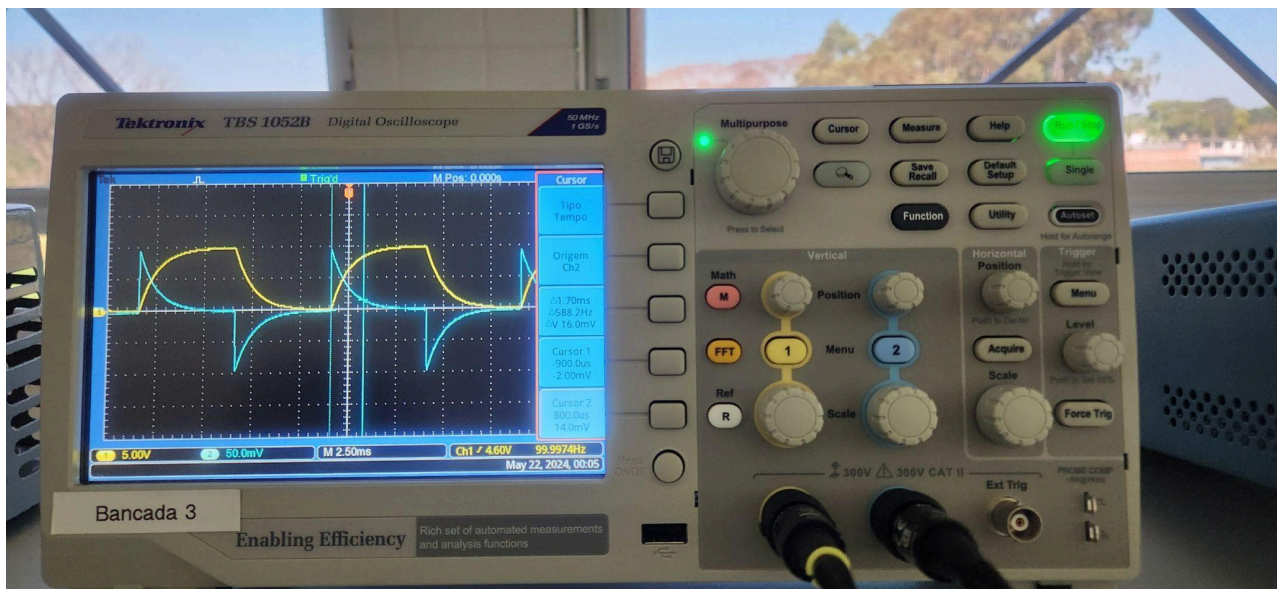


Imagem 8: Valor de  $I_{c2}$  com  $t \approx 900 \mu s$



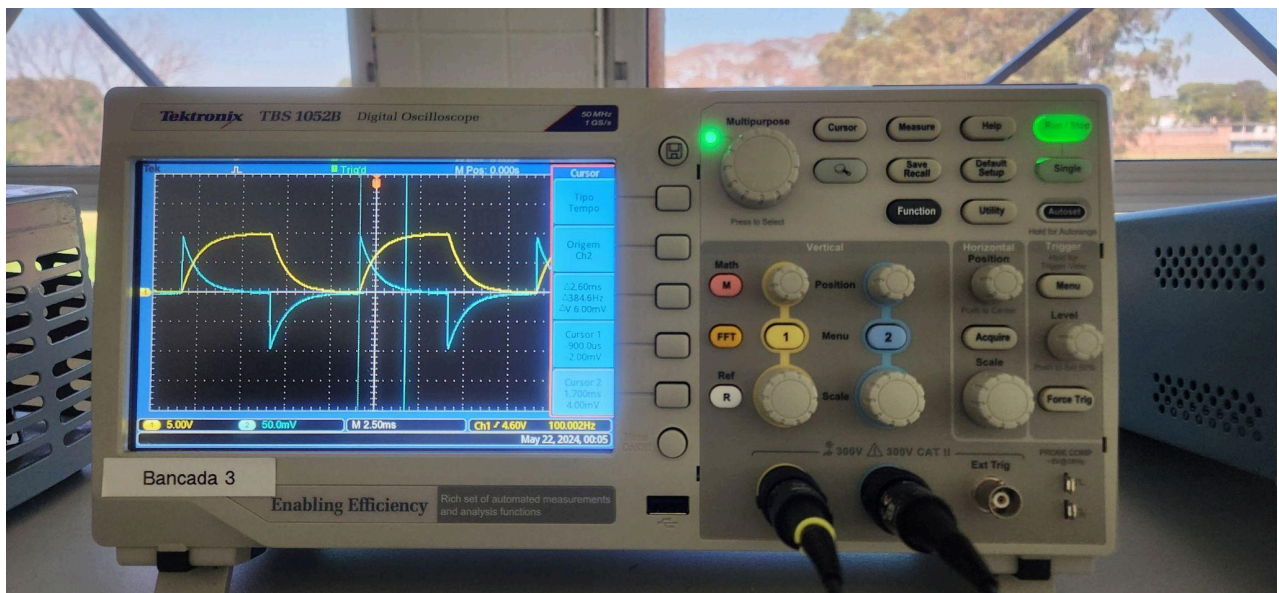
Fonte: Autoria Própria (2024).

Imagem 9: Valor de  $I_{c3}$  com  $t \approx 1.7 \text{ ms}$



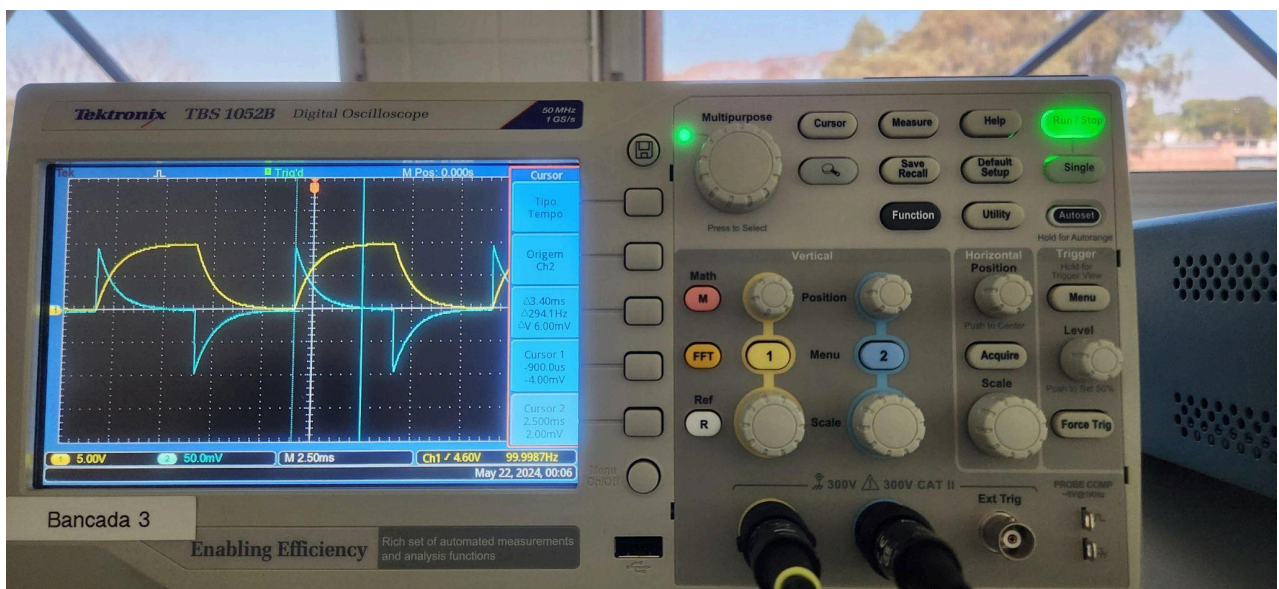
Fonte: Autoria Própria (2024).

Imagem 10: Valor de  $I_{c4}$  com  $t \approx 2.6$  ms



Fonte: Autoria Própria (2024).

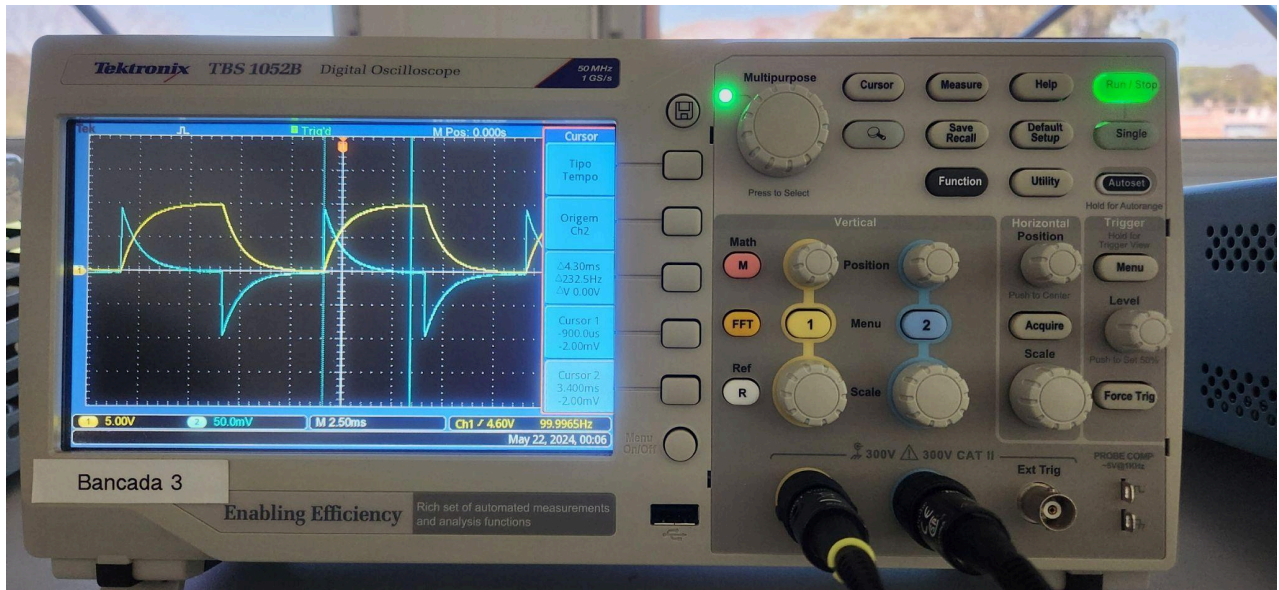
Imagem 11: Valor de  $I_{c5}$  com  $t \approx 3.4$  ms



Fonte: Autoria Própria (2024).



Imagem 12: Valor de  $I_{c6}$  com  $t \cong 4,3$  ms



Fonte: Autoria Própria (2024).

Tabela 1: Valores medidos e calculados do circuito 1

Fonte: Autoria Própria (2024).

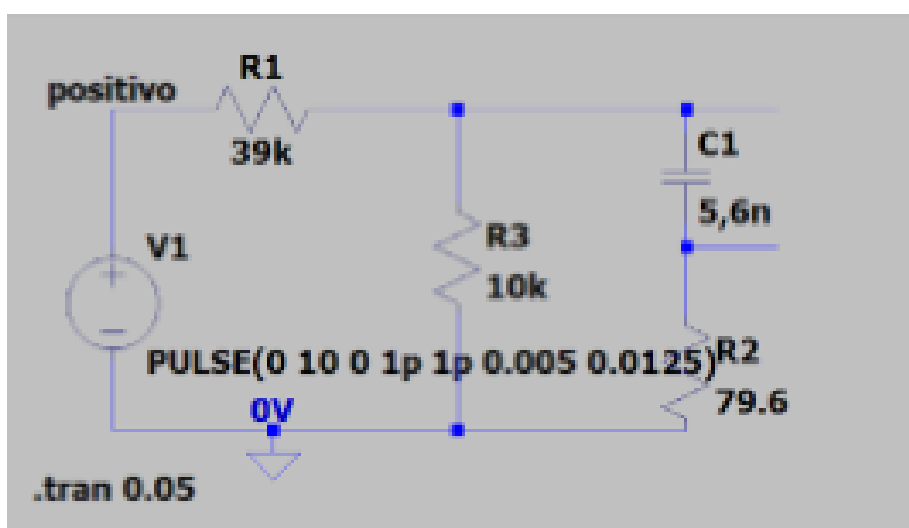
	Medido			Teórico		Erro (%)	
	Vc(V)	VR2 (mV)	Ic ( $\mu$ A)	Vc(V)	Ic ( $\mu$ A)	Vc	Ic
$t = 0$	0	0	281,8181	0	256,41	0	9,909
$t = 0,5\tau \cong 400$ us	3,4	61,05	154,5454	3,9346	155,52	13,58	0,6266
$t = \tau \cong 900$ us	6,2	34,93	63,6363	6,3212	94,32	1,9173	32,531
$t = 2\tau \cong 1,7$ ms	8,6	13,95	18,1818	8,6466	34,70	0,5389	47,602
$t = 3\tau \cong 2,6$ ms	9,6	4,90	9,9090	9,5021	12,76	1,03	22,343
$t = 4\tau \cong 3,4$ ms	10	1,96	5,024	9,8168	4,6963	1,8661	6,977
$t = 5\tau \cong 4,3$ ms	10	0,69	0	9,9326	1,7276	0,6785	100

Ao analisar os resultados, é evidente que as discrepâncias observadas entre os valores teóricos e os medidos pelo osciloscópio são consequência de aproximações temporais. Essas aproximações são necessárias devido à imprecisão inerente ao osciloscópio. Como resultado dessas aproximações, alguns valores medidos divergiram significativamente dos valores esperados.

Ao comparar os gráficos de tensão por corrente, tanto os obtidos por meio de simulação quanto os capturados no osciloscópio, nota-se que apresentam grande semelhança entre si.

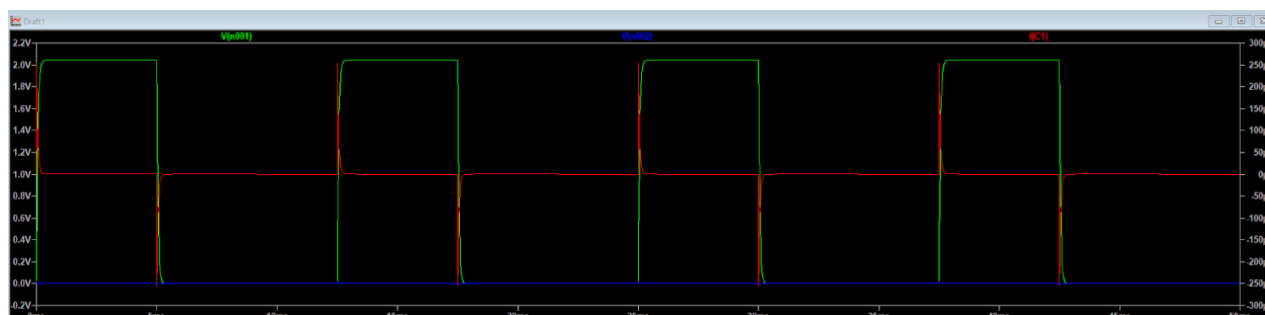
A segunda parte do experimento foi feita apenas via simulação utilizando o software LTSpice onde foi feito o circuito da figura 5, e o seu gráfico de tensão por corrente pode ser visto na figura 6.

Figura 5: Circuito 2 no LTSpice.



Fonte: Autoria Própria (2024).

Figura 6: Gráfico de tensão por corrente no capacitor



Fonte: Autoria Própria (2024).

O valor de R2 foi calculado utilizando um circuito equivalente de Thévenin, obtendo como resultado  $R_{th} = 7959$  e assim como feito com R2 na primeira parte do experimento, o seu valor terá de ser muito menor que R1 e R3, dessa forma seu valor foi definido como um centésimo do  $R_{th}$ , resultando em  $R2 = 79,59$ .



Finalmente, ao confrontar os resultados simulados adquiridos através do LTSpice com os resultados teóricos, observa-se que os dados gerados pelo software coincidem perfeitamente com o gráfico teórico proposto. Isso confirma as expectativas de comportamento em cada segmento do estudo.

### 3. CONCLUSÃO

Nas duas etapas do experimento, conseguimos explorar a resposta transitória de circuitos de primeira ordem em corrente contínua. Com o auxílio do osciloscópio real e do simulado do software LTspice, pudemos acompanhar as flutuações de tensão e corrente ao longo do tempo, ao alterarmos certas condições, como a inclusão de um resistor em paralelo e a modificação do valor do capacitor. Em resumo, os resultados obtidos na avaliação da resposta transitória para circuitos de primeira ordem em corrente contínua foram bastante positivos porém com valores experimentais diferentes aos valores estimados por meio da teoria devido a aproximações do osciloscópio.