

Experimento 09 – PSI-3212
 Natanael Magalhães Cardoso, nUSP: 8914122

Item 1.a

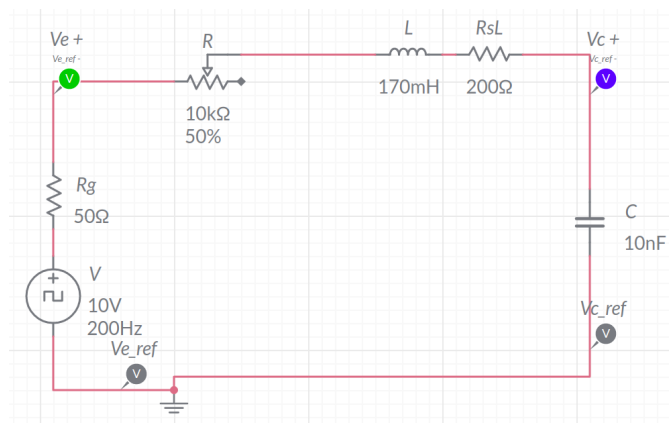


Figura 1: Esquema do circuito.

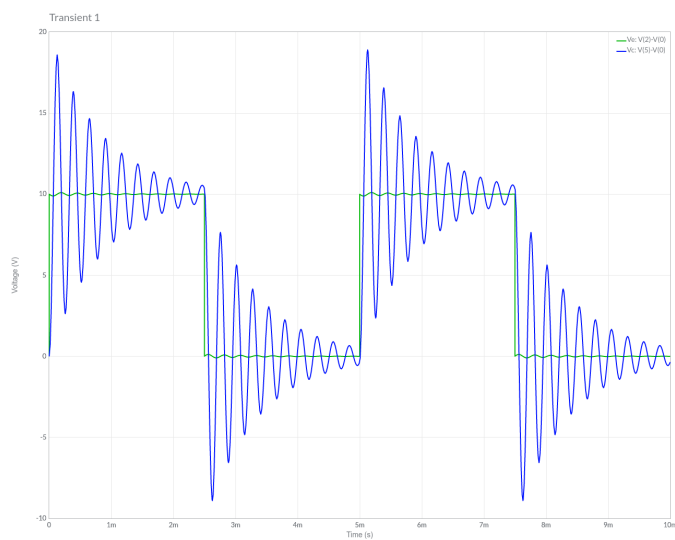


Figura 2: Simulação para V_e e V_c com o potenciômetro ajustado em $150\ \Omega$.

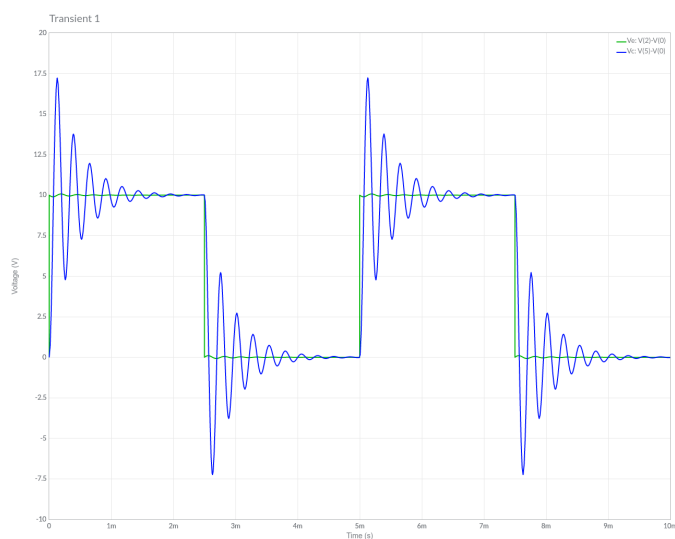


Figura 3: Simulação para V_e e V_c com o potenciômetro ajustado em $600\ \Omega$.

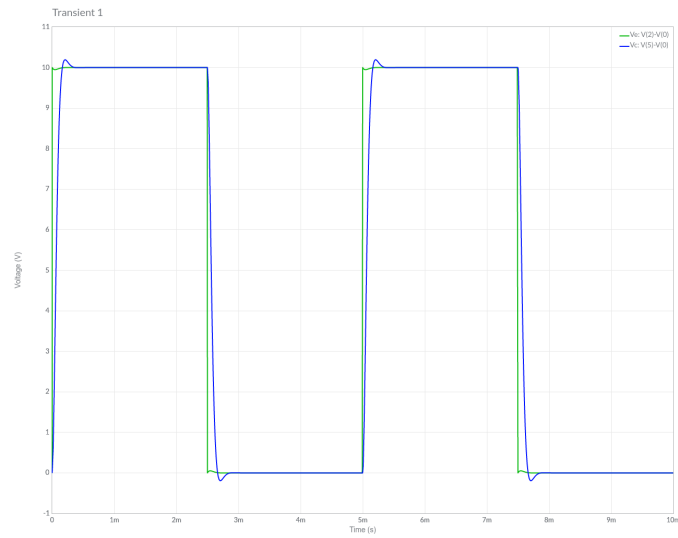


Figura 4: Simulação para V_e e V_c com o potenciômetro ajustado em $6.2\text{ k}\Omega$.

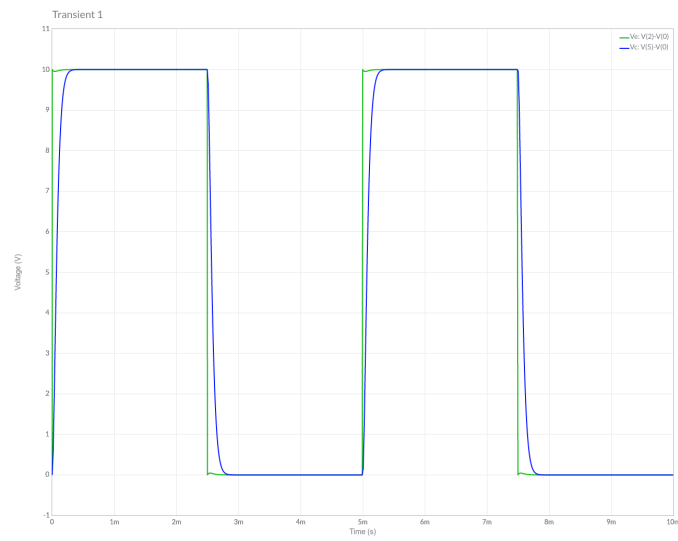


Figura 5: Simulação para V_e e V_c com o potenciômetro ajustado em $7.7\text{ k}\Omega$.

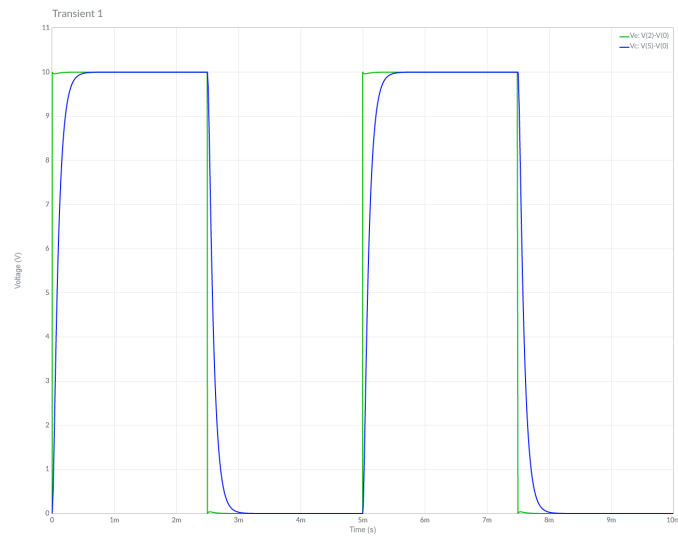


Figura 6: Simulação para V_e e V_c com o potenciômetro ajustado em $10\text{ k}\Omega$.

Item 1.b

Nas figuras 2, 3 e 4, as curvas de V_c apresentam um regime amortecido ou subamortecido, sendo que, no primeiro caso, a tensão demora mais tempo para estabilizar-se que

o tempo de inversão do sinal da fonte. A tensão V_c na figura 5 está mais próxima de uma resposta criticamente amortecida enquanto a curva da figura 6 aproxima-se mais de um regime superamortecido, por demorar mais para estabilizar-se com a tensão da fonte. Em ambos os casos, a tensão do capacitor sempre tende a estabilizar-se com tensão de entrada (fonte).

Item 2.a

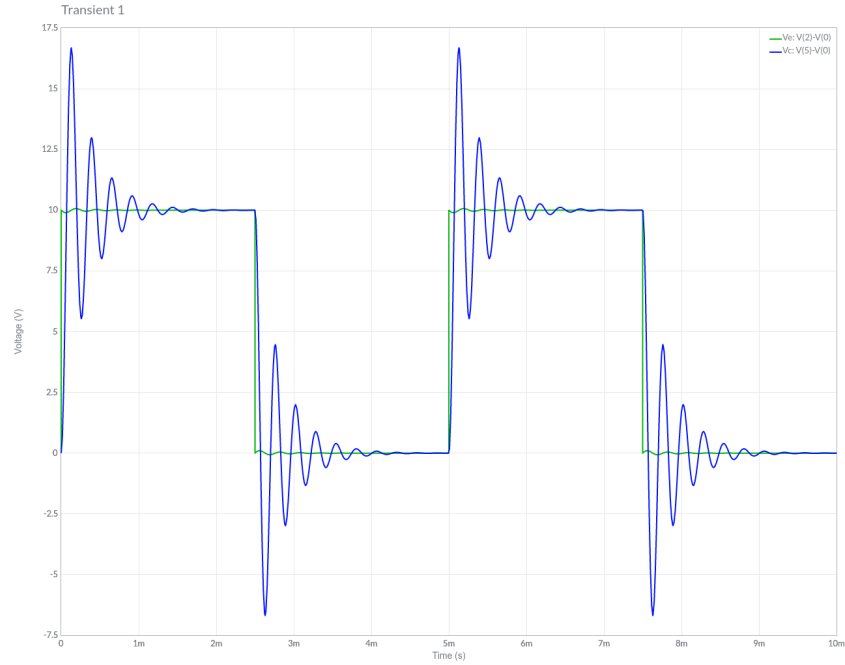


Figura 7: Simulação para regime subamortecido.

$$R_p = 800 \, \Omega$$

$$R_{eq} = R_p + R_g + R_{sL} = (800 + 50 + 200) \, \Omega = 1.05 \, k\Omega$$

Item 2.b

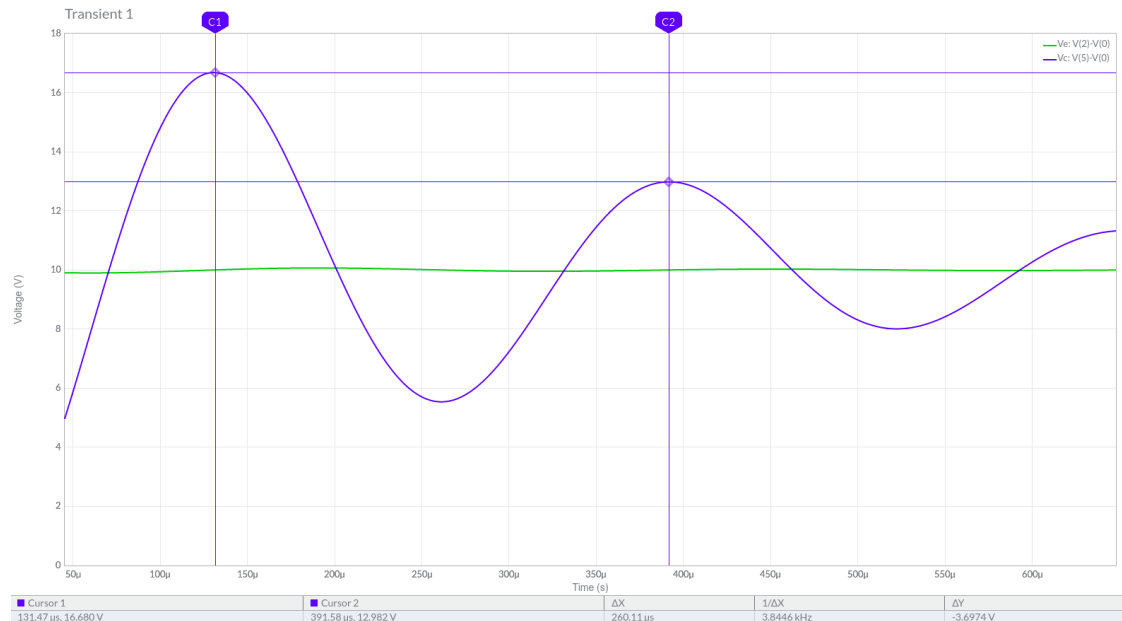


Figura 8: Período de oscilação.

Do simulador: $\Delta x = T = 260.11 \mu s$, então:

$$\omega_d = \frac{2\pi}{T} = \frac{2\pi}{\Delta x} = \frac{2\pi}{260.11 \mu s} = 24155.88 \text{ rad/s}$$

Item 2.c.1

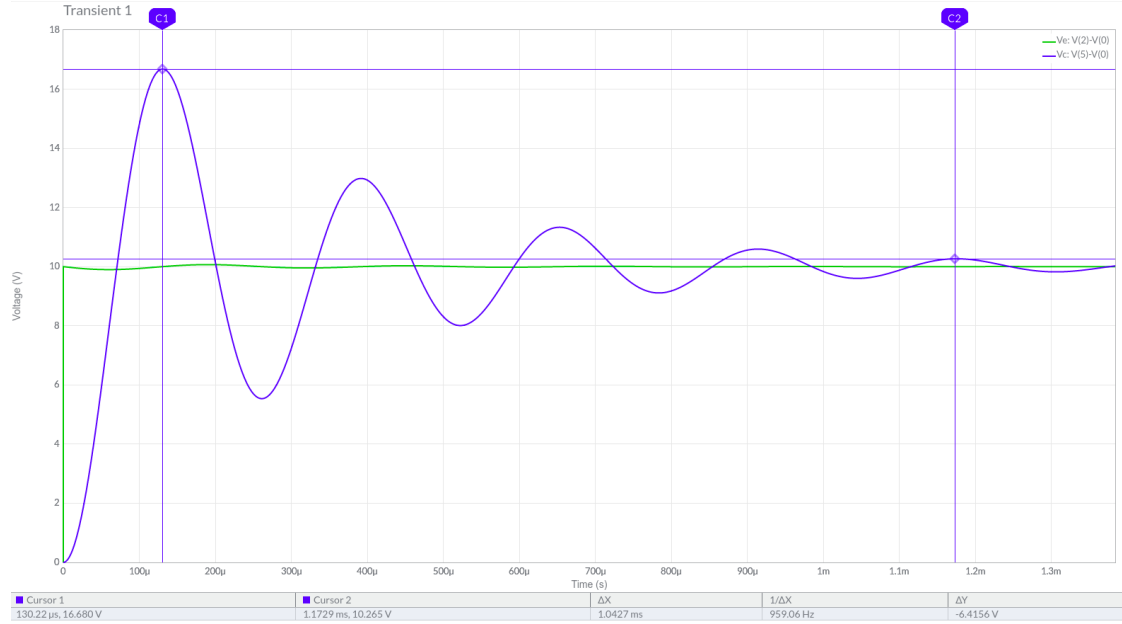


Figura 9: Valores para primeiro e quinto pico da oscilação.

Item 2.c.2

n	A_n (V)	t_n
1	6.680	130.22 μs
5	0.265	1.17 ms

Tabela 1: Valores medidos na simulação da figura 9. A_n calculado usando $A_n = V_c - V_e$.

Item 2.c.3

Da definição de logaritmo:

$$\log_{\beta} x = \alpha \Leftrightarrow \beta^{\alpha} = x \quad (1)$$

Da expressão da amplitude:

$$A(t) = A_0 e^{-\alpha t} \Rightarrow e^{-\alpha t} = \frac{A(t)}{A_0} \quad (2)$$

(1) \rightarrow (2):

$$-\alpha t = \ln \left(\frac{A(t)}{A_0} \right) \Rightarrow \alpha = -\frac{1}{t} \ln \left(\frac{A(t)}{A_0} \right)$$

A curva de $A(t)$ da figura 10 mostra o gráfico da amplitude em função do tempo $A(t) = A_0 e^{-\alpha t}$ para $A_0 = V_g = 10 \text{ V}$ e $\alpha = \alpha_{exp}$. Ou seja, $A(t) = 10e^{-3103.68t} \text{ [V]}$.

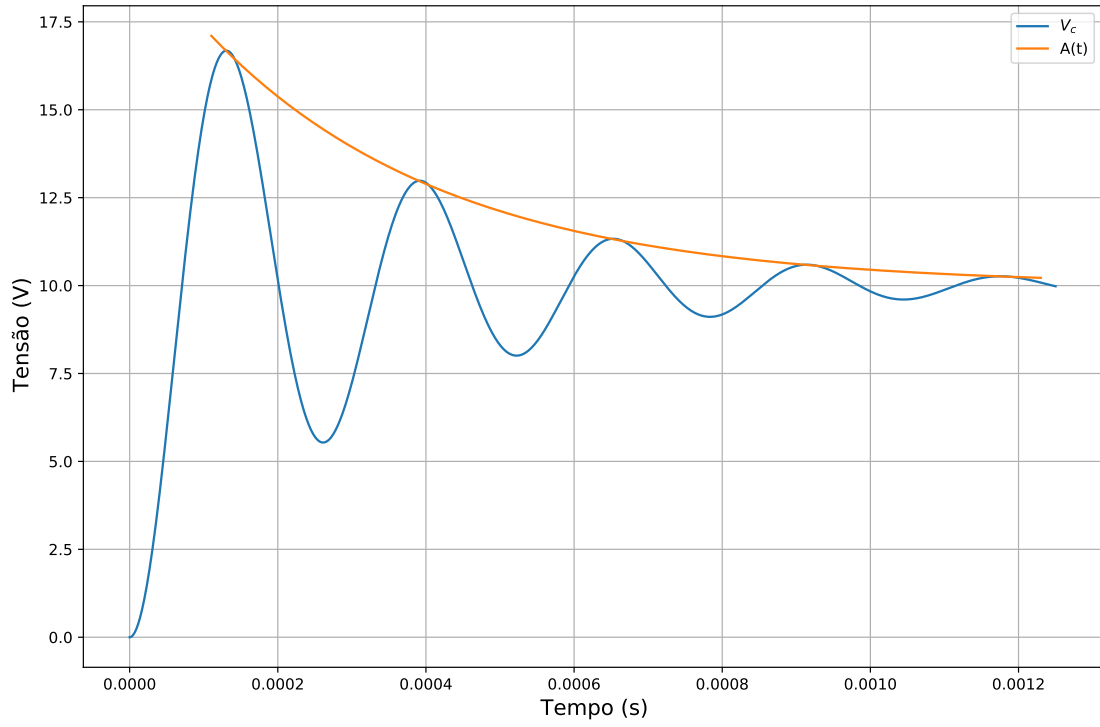


Figura 10: Curva $A(t)$ e tensão V_c .

Item 2.c.4

Para $A_n = 0.265$ V, $A_0 = 6.68$ V, $\Delta t = t_5 - t_1 = 1.04$ ms

$$\alpha_{exp} = -\frac{1}{1.04} \ln \left(\frac{0.265}{6.68} \right) = 3103.68 \text{ rad/s}$$

Para $R_{eq} = 1.05$ k Ω e $L = 170$ mH

$$\alpha_{teo} = \frac{R_{eq}}{2L} = \frac{1.05 \cdot 10^3 \Omega}{2 \cdot 170 \cdot 10^{-3} \text{ H}} = 3088.24 \text{ rad/s}$$

Item 3

$$R_p = 7.2 \text{ k}\Omega$$

$$R_{eq} = 7.45 \text{ k}\Omega$$

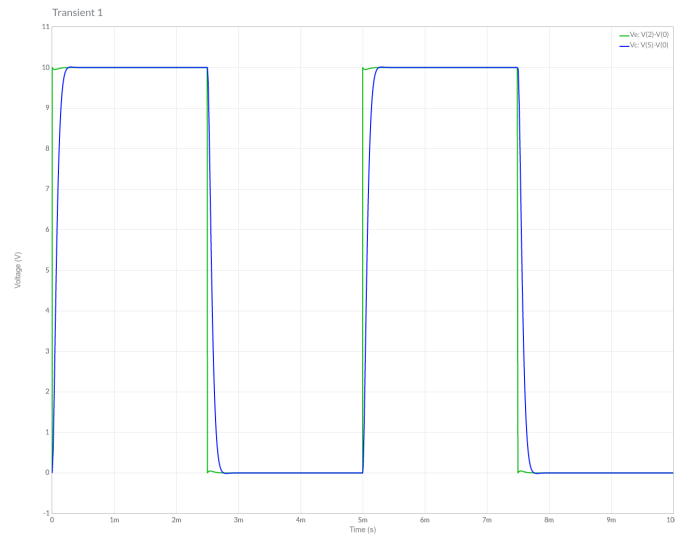


Figura 11: Simulação para 7.2 k Ω de resistência no potenciômetro.

Item 4.a

$$R_p = 9.2 \text{ k}\Omega$$

$$R_{eq} = 9.45 \text{ k}\Omega$$

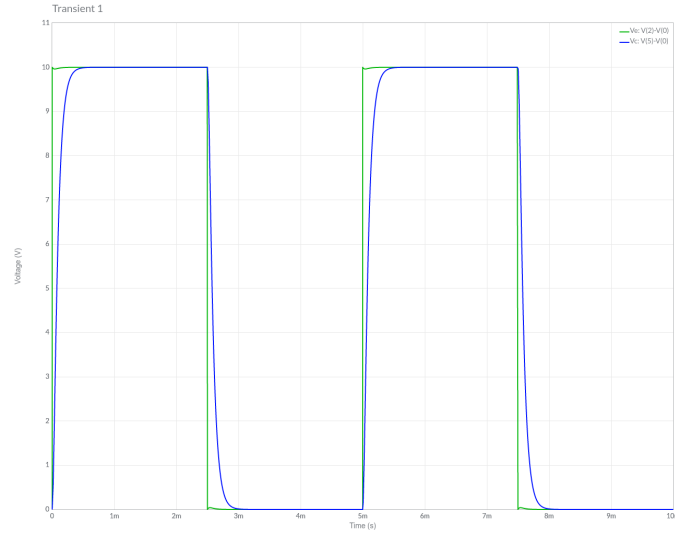


Figura 12: Simulação para 9.2 k Ω de resistência no potenciômetro.

Item 4.b

Pelas equações teóricas de α e ω :

$$\alpha^2 = \frac{R^2}{4L^2} \quad \omega^2 = \frac{1}{LC}$$

Temos, portanto, os valores:

$$\alpha^2 = \frac{(9.45 \cdot 10^3 \Omega)^2}{4 \cdot (170 \cdot 10^{-3} \text{ H})^2} = 772.51 \cdot 10^6 \text{ rad/s}$$

$$\omega^2 = \frac{1}{(170 \cdot 10^{-3} \text{ H})(10 \cdot 10^{-9} \text{ F})} = 588.24 \cdot 10^6 \text{ rad/s}$$

Como $\omega^2 < \alpha^2$, o regime é superamortecido. No amortecimento crítico, onde $\omega^2 = \alpha^2$, por outro lado, a tensão V_c estabiliza-se mais rápido.