

Experimento 3 - Circuito RLC: resposta temporal

Neste experimento será explorado a resposta temporal do circuito RLC quando submetido a um transiente abrupto de tensão (função degrau) aplicada no circuito e como esta resposta muda com a resistência. Será explorado como os parâmetros que caracterizam esta resposta temporal dependem dos valores da resistência, capacitância e indutância.

Objetivos de Aprendizagem

- Estimar a frequência de ressonância e a taxa de dissipação do circuito RLC a partir da resposta temporal deste circuito à uma mudança brusca na tensão de entrada
- Investigar a influência do resistor, capacitor e indutor na frequência oscilação e na taxa de relaxação do circuito.

Caracterização da resposta temporal de um circuito RLC

Neste roteiro trataremos de como um circuito RLC formado por um resistor, um capacitor e um indutor ligados em série, como ilustrado na Figura 1, responde um transiente abrupto na tensão (função degrau) aplicada no circuito e como esta resposta muda com a resistência. Nesta montagem devem ser utilizados cabos coaxiais com conectores BNC/banana para excitar a entrada do circuito com uma tensão fornecida por um gerador de função e para leitura das tensões de entrada (V_1) e saída (V_2) no osciloscópio, conforme ilustrado na Figura 1. Todas as tensões medidas no osciloscópio possuem como referência a terra (ponto de tensão igual a zero). As tensões de entrada e saída devem ser medidas nos canais 1 e 2 do osciloscópio, respectivamente. Neste experimento será explorada a resposta em frequência de um circuito RLC em série com sinal de saída correspondente a queda de tensão no resistor.

¹ Que não muda com o tempo

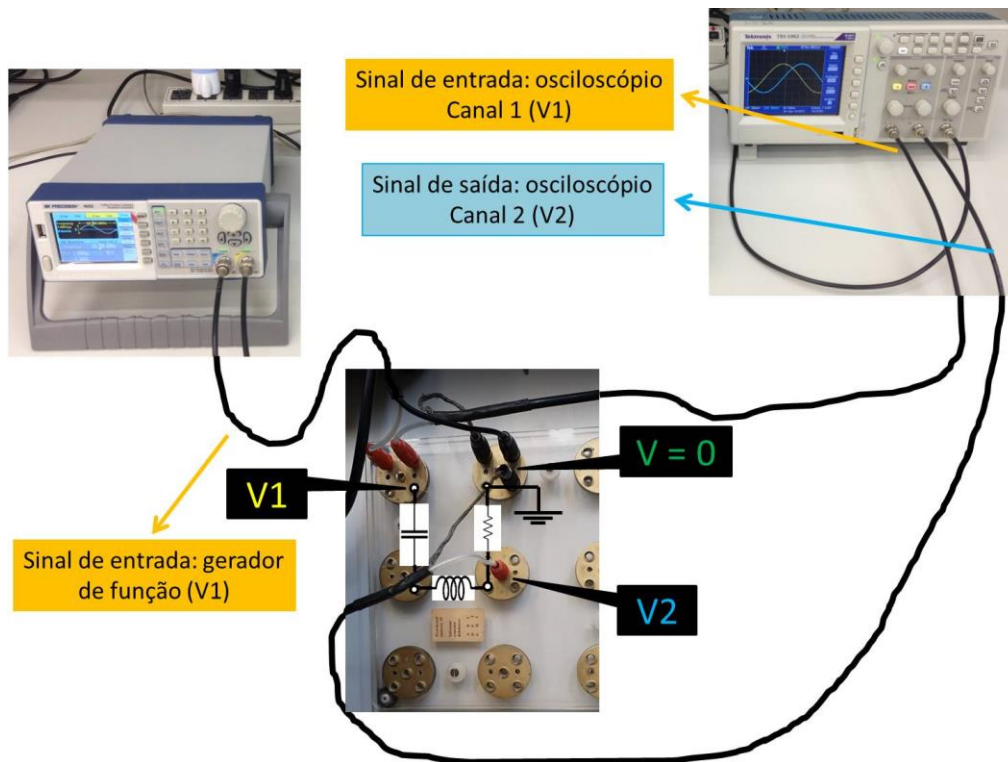


Figura 1: Montagem experimental para determinação da resposta no domínio do tempo de um circuito RLC em série. Sinal de saída, V_2 , corresponde a queda de tensão no resistor.

Para um circuito RLC como o mostrado na Figura 1, a tensão de saída $V_2(t)$ irá naturalmente responder a uma mudança brusca na tensão de entrada $V_1(t)$. Devido à natureza dissipativa da resistência esta tensão chegará a um valor estacionário¹ e um exemplo disto pode ser visto na Figura 2. Para determinados valores de R , L e C , a tensão de saída se move em direção ao valor estacionário oscilando em torno deste valor e o que determina este comportamento é a relação entre a frequência de ressonância (f_0) e a taxa de dissipação (γ). A frequência de ressonância mede quantas oscilações haverá na tensão de saída na ausência de dissipação. Para termos oscilação, é necessário que $2\pi f_0 > \gamma$ e neste caso a taxa de dissipação mede a queda relativa na tensão por unidade de tempo. Ambas estão relacionadas a R , L e C por

$$f_0 = \frac{1}{2\pi} \sqrt{\frac{1}{LC}} \quad e \quad \gamma = \frac{R}{2L} \quad (1)$$

¹ Que não muda com o tempo

A frequência de oscilação (f) medida no experimento está relacionada com a frequência de ressonância e com a taxa de dissipação por

$$f = \sqrt{f_0^2 - \left(\frac{\gamma}{2\pi}\right)^2} \quad (2)$$

de modo que $f \approx f_0$ quando $\frac{\gamma}{2\pi} \ll f_0$. As tensões de entrada e saída (resistor) podem ser descritas segundo as equações:

$$V_1(t) = \begin{cases} -A, & t < 0 \\ +A, & t > 0 \end{cases} \quad (3)$$

$$V_2(t) = 2RC \left(\frac{\omega_0^2}{\omega}\right) A \exp(-\gamma t) \sin(\omega t) \quad (4)$$

; sendo $\omega = 2\pi f$ e $\omega_0 = 2\pi f_0$. Na Figura 2 é mostrado como medir o período da oscilação ($T = 1/f$) e o tempo característico de dissipação ($1/\gamma$).

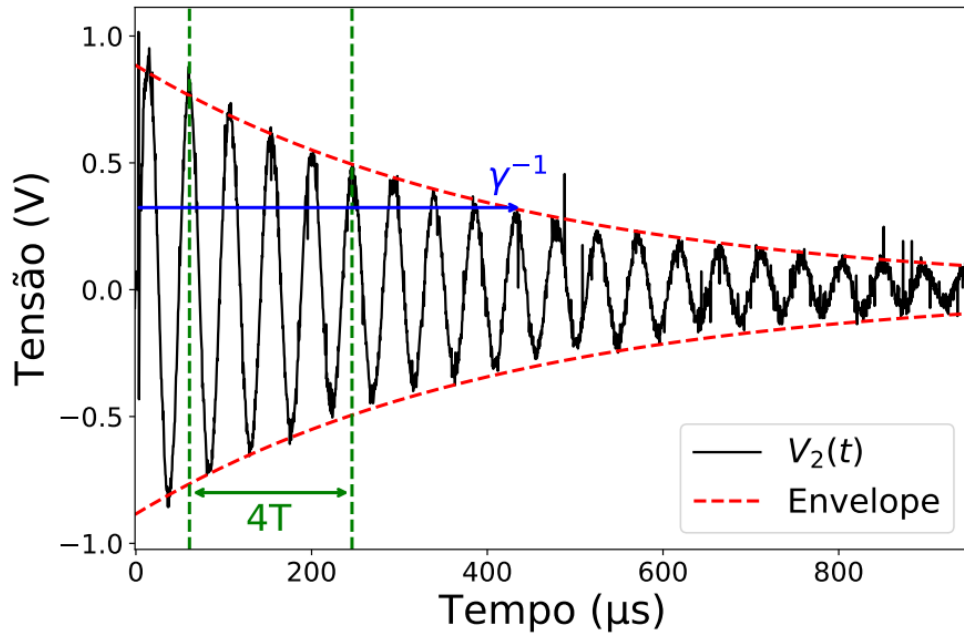


Figura 2: Tensão medida na saída do circuito RLC como o da Figura 1. No gráfico está indicado como medir o período de oscilação T e a taxa de dissipação γ diretamente da resposta temporal.

¹ Que não muda com o tempo

Use este tipo de medida para responder as seguintes perguntas experimentalmente:

1. Como a frequência de oscilação muda com o L e C? Escolham combinações que permitam avaliar a influência de L e C separadamente tal como feito em experimentos anteriores. Utilizem valores de L e C próximos de $L = 19 \text{ mH}$ e $C = 220 \text{ nF}$. Os dados coletados devem conter pelo menos dois valores de L e dois de C. Utilizem uma resistência de 10 ohms. **As telas correspondentes a cada medida devem ser apresentadas em anexo de forma organizada.**
2. Como a frequência de oscilação, ressonância e a taxa de decaimento mudam com a resistência (R)? Utilizem $L = 19 \text{ mH}$ e $C = 47 \text{ nF}$, e $R = 330, 220, 100, 50$ e 10 ohms . Um gráfico da dependência da taxa de decaimento em função da resistência deve ser apresentado como base para a análise solicitada. **As telas correspondentes a cada medida devem ser apresentadas em anexo de forma organizada.**
3. O modelo mostrado na Equação 1 descreve quantitativamente o circuito?

Material de apoio

- Gustavo Wiederhecker, *Notas de Corrente Alternada* ([link](#))

¹ Que não muda com o tempo