



INSTITUTO DE FÍSICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Laboratório de Eletromagnetismo (4300373)
2º SEMESTRE DE 2013

Grupo:

.....

.....

(nome completo)

Prof(a): Diurno () Noturno ()

Data : ____ / ____ / ____

Experiência 4

OSCILAÇÕES EM CIRCUITO RLC

1. Introdução

Nesta aula, estudaremos as oscilações livres em um circuito RLC. Na próxima vamos estudar as oscilações forçadas e o fenômeno da ressonância. Estudar as oscilações livres é uma etapa obrigatória no estudo da ressonância, pois parte das propriedades do circuito RLC forçado derivam do seu comportamento quando oscila livremente. Boa parte da fundamentação para este e o próximo experimento está resumida no Apêndice 3.

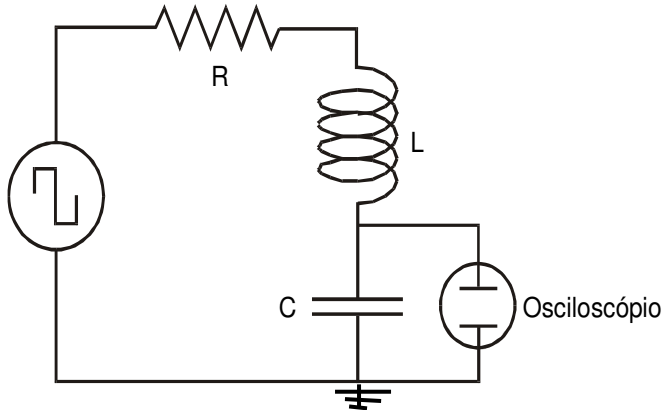
O instrumento adequado para nosso estudo é o osciloscópio, já apresentado na aula anterior. Agora começaremos a utilizá-lo de fato.

2. Material Utilizado

- Osciloscópio;
- Gerador de onda + cabos;
- Caixa de resistores 100Ω a $2 M\Omega$;
- Caixa de capacitores $0,0001 - 1 \mu F$;
- Indutor de $30 mH$ (Bobina de 1000 espiras).

3. Guia da Experiência

3.1 - Monte o circuito representado a seguir. Utilizando um valor baixo para a resistência (valor mínimo de 100Ω) e o gerador de áudio na função **ondas quadradas** (frequência de aproximadamente 100 Hz) escolha um valor de capacitância C (de 0,001 a $0,01 \mu\text{F}$) adequado para observar, no osciloscópio, uma oscilação amortecida (cerca de 8 a 12 oscilações) - caso de amortecimento denominado 'subcrítico':



Anote os valores dos componentes do circuito:

$$R = \text{_____} \pm \text{_____} \text{_____}$$

$$C = \text{_____} \pm \text{_____} \text{_____}$$

$$L = \text{_____} \pm \text{_____} \text{_____}$$

Não se esqueça de considerar a resistência do indutor e do gerador de onda para a resistência total do circuito.

3.2 - Determine a frequência angular de oscilação experimental ($\omega_{exp} = 2\pi f_{exp}$) diretamente do osciloscópio. Utilize o espaço abaixo para calcular o valor esperado

de ω pela expressão teórica $\omega_{teo} = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2}$. Compare os dois resultados.

$$\omega_{exp} = \text{.....}$$

$$\omega_{teo} = \text{.....}$$

[Para o relatório: expresse o valor de ω com respectiva incerteza, propagando os valores das incertezas experimentais nos valores de R, L e C].

3.3 – Utilizando os cursores do osciloscópio, preencha a tabela abaixo, medindo valores da tensão V em função do número n de oscilações e do tempo t . A partir dos dados, construa dois gráficos: um gráfico de V versus t e outro de $\ln V$ versus t . Determine através de cada gráfico a constante de decaimento ($\tau = 2L/R$) da envoltória, lembrando que a curva obtida no osciloscópio (tensão no capacitor em função do tempo) é representada por:

$$V = V_0 e^{-\frac{R}{2L}t} \cos(\omega t + \delta); \quad \text{onde } \delta = \text{fase.}$$

n	Tempo ()	Tensão ()	n	Tempo ()	Tensão ()
1			6		
2			7		
3			8		
4			9		
5			10		

$$\tau_{V_{xn}} = \text{_____} \pm \text{_____} \quad \tau_{\ln V_{xn}} = \text{_____} \pm \text{_____}$$

3.4 - Calcule o período T_{exp} ($=2\pi/\omega_{exp}$) com a respectiva incerteza e, utilizando o valor da constante de decaimento determinada no item anterior, determine o fator de qualidade Q do circuito através da relação:

$$\frac{2\pi}{Q} = 1 - \left(1 - \frac{R}{L}T + \left(\frac{R}{L}T \right)^2 + \dots \right) \cong \frac{R}{L}T = \frac{2T}{\tau} \Rightarrow \text{ou seja} \Rightarrow Q_{exp} = \frac{\pi\tau}{T_{exp}}$$

$$T_{exp} = \text{_____} \pm \text{_____}$$

$$Q_{exp} = \text{_____} \pm \text{_____}$$

3.5 - Calcule o valor do fator de qualidade teórico (Q_{teo}), com respectiva incerteza, para o amortecimento fraco, desprezando a parcela da resistência para o cálculo da

frequência, ou seja: $Q_{teo} \cong \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}$

$$Q_{teo} = \text{_____} \pm \text{_____}$$

Compare e comente os valores obtidos acima: _____

3.6 – Agora, determine novamente o valor experimental aproximado do fator de qualidade para amortecimento fraco pela expressão $Q = (\pi/\ln 2)n_{1/2}$, onde $n_{1/2}$ corresponde ao número de oscilações necessárias para que a amplitude do pulso se reduza à metade.

(Veja apêndice 3)

$$Q_{5n1/2} = \dots \pm \dots$$

3.7 - Amortecimentos Crítico e Super-Crítico: fixe um valor de R e varie o valor de C, observando o que ocorre com a onda na tela do osciloscópio quando as condições de amortecimento crítico e super-crítico são atingidas.

Salve as imagens obtidas na tela do osciloscópio e anote abaixo os valores de resistência, capacitância e indutância que correspondem a cada situação. Comente as curvas de amortecimento observadas nessas situações: _____

Amortecimento Crítico

$$R = \text{_____} \pm \text{_____} \text{_____}$$

$$C = \text{_____} \pm \text{_____} \text{_____}$$

$$L = \text{_____} \pm \text{_____} \text{_____}$$

Amortecimento Super-Crítico

$$R = \text{_____} \pm \text{_____} \text{_____}$$

$$C = \text{_____} \pm \text{_____} \text{_____}$$

$$L = \text{_____} \pm \text{_____} \text{_____}$$

Para o relatório: Faça comentários sobre as constantes de amortecimento esperadas nos três regimes de amortecimento: subcrítico, crítico e super-crítico. Calcule o valor esperado para a constante de amortecimento no regime crítico e compare semiquantitativamente com a curva de decaimento obtida do osciloscópio.

O grupo deve entregar este guia, com os gráficos, no final da aula