



EEL7045 – CIRCUITOS ELÉTRICOS A ROTEIRO PARA AULA DE LABORATÓRIO

AULA 6 – ANÁLISE DE CIRCUITOS DE SEGUNDA ORDEM: CIRCUITO RLC SÉRIE

1. INTRODUÇÃO

O circuito RLC é chamado de circuito de segunda ordem porque qualquer tensão ou corrente nele é definida por uma equação diferencial de segunda ordem. A combinação de valores dos elementos que compõem o circuito (indutor, resistor e capacitor) define a forma como as tensões e correntes se estabelecerão em função do tempo, havendo três possibilidades: resposta subamortecida, resposta criticamente amortecida e resposta superamortecida. No presente ensaio objetiva-se obter as curvas que caracterizam o comportamento do circuito RLC série de maneira experimental.

EQUACIONAMENTO DO CIRCUITO RLC SÉRIE

Em um circuito RLC série, o indutor, o capacitor, o resistor e a fonte de tensão estão interligados em série, conforme ilustrado na Figura 1.

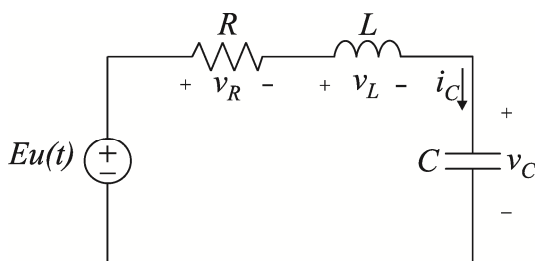


Figura 1: Circuito RLC série.

Aplicando-se a segunda Lei de Kirchhoff ao circuito, encontra-se:

$$v = v_R + v_L + v_C$$

Sabendo-se que, independentemente do circuito analisado $v_L = L \frac{di_L}{dt}$ e $i_C = C \frac{dv_C}{dt}$ e que, no caso do circuito RLC, $i_R = i_L = i_C$, escreve-se:

$$Eu(t) = Ri_C + L \frac{di_C}{dt} + v_C \rightarrow RC \frac{dv_C}{dt} + LC \frac{d^2v_C}{dt^2} + v_C = Eu(t)$$

$$\frac{d^2v_C}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dv_C}{dt} + \frac{v_C}{LC} = \frac{Eu(t)}{LC}$$



Considerando-se que para $t > 0$, $Eu(t) = E$, obtém-se:

$$\frac{d^2 v_C}{dt^2} + \frac{R}{L} \frac{dv_C}{dt} + \frac{v_C}{LC} = \frac{E}{LC}$$

Definindo-se $2\alpha = \frac{R}{L}$ e $\omega_0 = \frac{1}{\sqrt{LC}}$, finalmente determina-se:

$$\frac{d^2 v_C}{dt^2} + 2\alpha \frac{dv_C}{dt} + \omega_0^2 v_C = \omega_0^2 E$$

Com base no exposto, define-se o polinômio característico da EDO, expresso por:

$$s^2 + 2\alpha s + \omega_0^2 = 0$$

Calculando suas raízes, encontra-se:

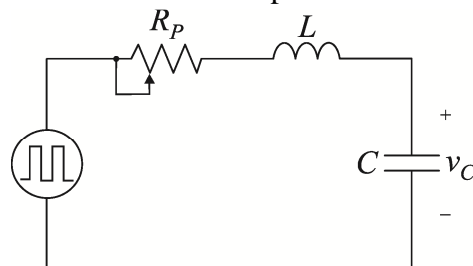
$$s = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_0^2}$$

Assim, três casos são possíveis:

1. $\alpha < \omega_0 \rightarrow$ Subamortecido;
2. $\alpha = \omega_0 \rightarrow$ Criticamente amortecido;
3. $\alpha > \omega_0 \rightarrow$ Superamortecido.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Passo 1: monte o circuito apresentado na Figura 2.



$$L = 100 \text{ mH}$$

$$C = 100 \text{ nF}$$

$R_p \rightarrow$ Resistência variável

Figura 2: Circuito RLC.

Passo 2: selecione a onda quadrada no gerador de sinal e, com o auxílio do osciloscópio digital, ajuste a amplitude E para 5 V, aplicando *offset* de forma que o nível baixo da onda quadrada esteja em 0 V, conforme a Figura 3.

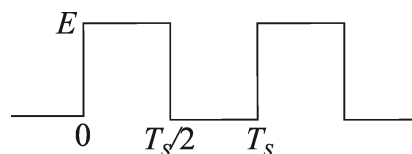


Figura 3: Forma de onda a ser aplicada na entrada do circuito.



Passo 3: Ajuste o potenciômetro (R_p) próximo de zero e a frequência f_s do gerador tal que a oscilação termine antes de $T_s/2$, conforme ilustra a Figura 4.

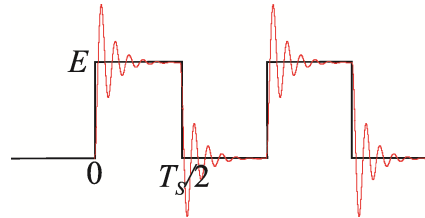


Figura 4: Forma da tensão aplicada na entrada e obtida na saída do circuito RLC série.

Passo 4: Meça a frequência do amortecimento (f_d) com os cursores de tempo do osciloscópio e encontre a diferença entre dois picos consecutivos.

3. Análise dos Resultados

- Meça os valores de R e L e, a partir do valor medido de f_d , encontre C ;
- Comente sobre a influência do valor do resistor no tipo de resposta;
- Obtenha e salve as formas de onda da tensão de entrada e da tensão aplicada ao capacitor, em um mesmo gráfico.



4. Folha de dados (Aluno)

Aula: _____ Data: ____/____/____

Nome: _____ Assinatura: _____

Nome: _____ Assinatura: _____

TABELA 1 – CIRCUITO DE SEGUNDA ORDEM RLC SÉRIE.

R (medido)	L (medido)	f_d (medido)	C (calculado)	α (calculado)	f_o (calculado)



5. Folha de dados (Professor)

Aula: _____ Data: ____/____/____

Nome: _____ Assinatura: _____

Nome: _____ Assinatura: _____

TABELA 2 – CIRCUITO DE SEGUNDA ORDEM RLC SÉRIE.

R (medido)	L (medido)	f_d (medido)	C (calculado)	α (calculado)	f_o (calculado)