UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS - CCT
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA - DEE
LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS II - LCE-II
Prof.:CELSO JOSÉ FARIA DE ARAÚJO

CIRCUITO RLC – TRANSITÓRIO

COMPONENTES DA EQUIPE

Alunos(as):	NOTA
1 - ______________________________	
2 - ______________________________	
3 - ______________________________	Data: ___/___/_____ ___ :___ hs

1 OBJETIVOS

1.1 Esta experiência tem por objetivo verificar as características de resposta transitória de sistemas de 2ª Ordem para a entrada degrau.

2 Introdução Teórica

Os circuitos RLC's são também chamados de circuitos de segunda ordem, porque as equações que descrevem o circuito são equações diferenciais lineares homogêneas de segunda ordem do tipo:

$$\frac{d^2x(t)}{dt^2} + 2\alpha\frac{dx(t)}{dt} + \omega_n^2 x(t) = K, \tag{1}$$

onde: $x(t)$ é a resposta do circuito, seja tensão ou corrente; α é o coeficiente de amortecimento (neper/s); ω_n é a freqüência natural ou de ressonância (rad/s) e K é uma constante, pode ser uma tensão ou uma corrente.

A resposta completa para estes tipos de circuito é formado pela soma de duas parcelas: resposta natural e resposta forçada:

$$x(t) = x_n(t) + X_f,$$

onde: $x_n(t)$ é a resposta natural e X_f é a resposta forçada (constante).

A resposta forçada é obtida quando se considera o estado do circuito quando $t \to \infty$ e a resposta natural é obtida considerando a constante K igual a zero. Essa condição pode levar à três possíveis situações:

1. **Resposta Natural Superamortecida ($\alpha > \omega_n$).**

$$x_n(t) = A_1 e^{S_1 t} + A_2 e^{S_2 t},$$

onde: $S_{1,2} = -\alpha \pm \sqrt{\alpha^2 - \omega_n^2}$; A_1 e A_2 são constantes à serem determinadas pelas condições particulares do circuito.

2. **Resposta Natural Criticamente Amortecida ($\alpha = \omega_n$).**

$$x_n(t) = e^{-\alpha t}\left(A_1 t + A_2\right),$$

onde: A_1 e A_2 são constantes à serem determinadas pelas condições particulares do circuito.

3. **Resposta Natural Subamortecida ($\alpha < \omega_n$).**

$$x_n(t) = e^{-\alpha t}\left[A_1 \sin(\omega_d t) + A_2 \cos(\omega_d t)\right],$$

onde: $\omega_d = \sqrt{\omega_n^2 - \alpha^2}$ é a freqüência natural amortecida (rad/s); A_1 e A_2 são constantes à serem determinadas pelas condições particulares do circuito.

As constantes A_1 e A_2 serão somentes determinadas quando a resposta natural é somada a resposta forçada, ou seja, com a resposta completa, nas condições de contorno. Para tanto é necessário conhecer o valor de $x(t_o)$ e $\frac{dx(t_o)}{dt}$, onde t_o é o instante onde houve o transiente (mudança de condição).

A freqüência natural ou de ressonância para circuitos RLC passivos (sem fontes controladas) será $\omega_n = \frac{1}{LC}$. Para circuitos RLC série passivos $\alpha = \frac{R}{2L}$ e para cicuitos RLC paralelo passivos $\alpha = \frac{1}{2RC}$.

3 Material Utilizado para o Experimento

1. Gerador de sinais (onda quadrada).
2. Capacitor: $1\eta F$.
3. Indutor: $47\mu H$.
4. Multímetro (Ohmímetro).
5. Osciloscópio.
6. Potenciômetro de $1K\Omega$ linear.

4 Pré-Relatório

Ler o item 5 e resolver teoricamente os circuitos propostos com os valores nominais para os resistores preenchendo as lacunas que se referem aos valores teóricos (calculados).

5 Parte Experimental - O Circuito RLC Série

5.1 Considerações Iniciais

O circuito RLC série da Figura 1 é o que servirá de base para o experimento.

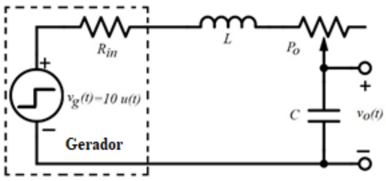

Figura 1: Circuito RLC Série.

Para este circuito (Figura 1), tem-se: $R_{in} = 50\Omega$ (resistência interna do gerador); P_o a ser ajustado conforme será requerido a seguir; $C = 1\eta F$ e $L = 47\mu F$.

Sabe-se que:

$$\omega_n = \frac{1}{\sqrt{LC}}, \tag{2}$$

e, como $R = R_{in} + P_o$, então:

$$\alpha = \frac{R_{in} + P_o}{2L}. \tag{3}$$

Ajuste a tensão do gerador (sem estar conectado com o circuito) para $10\,V_{pp}$.

Calcule ω_n através da equação 2.

$\omega_n =$ ________________________________ rad/s

O potenciômetro (P_o) será ajustado em cada passo subsequentemente estabelecido a seguir para que se consiga as três situações especificadas.

5.2 Circuito Superamortecido ($\alpha > \omega_n$)

Para que o circuito apresente uma resposta superamortecida, é necessário que $\alpha > \omega_n$. Faça então $\alpha = 2\omega_n$ e desta forma calcule o valor de P_o através da Equação 3.

$\alpha =$ ____________________ $neper/s$ $P_o =$ ____________________ Ω

Ajuste o potenciômetro para o valor de P_o calculado utlilizando o ohmímetro. A seguir monte o circuito RLC série da Figura 1 e monitore a tensão no capacitor com o auxílio do osciloscópio anotando os valores requeridos na Tabela 1 (exp.). Escreva a a equação de $v_o(t)$ obtida através de uma análise teórica utilizando os valores nominais dos componentes:

$v_o(t) =$ ____ $Volts.$ (4)

Calcule também, através da Equação 4, os valores de tensão para o preenchimento da Tabela 1 (teo.).

Tempo($\mu\,s$)	0	0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0
Tensão (V) Exp.									
Tensão (V) Teo.									

Tabela 1: Valores de Tensão $v_o(t)$ (Superamortecido)

Plote em um gráfico a função obtida com a Equação 4. Sobreponha a esse gráfico marcações com os valores preenchidos na Tabela 1, identificando-os.

5.3 Circuito Criticamente Amortecido ($\alpha = \omega_n$)

Para que o circuito apresente uma resposta criticamente amortecida, é necessário que $\alpha = \omega_n$. Faça então $\alpha = \omega_n$ e desta forma calcule o valor de P_o através da Equação 3.

$\alpha =$ ____________________ $neper/s$ $P_o =$ ____________________ Ω

Ajuste o potenciômetro para o valor de P_o calculado utlilizando o ohmímetro. A seguir monte o circuito RLC série da Figura 1 e monitore a tensão no capacitor com o auxílio do osciloscópio anotando os valores requeridos na Tabela 2 (exp.). Escreva a a equação de $v_o(t)$ obtida através de uma análise teórica utilizando os valores nominais dos componentes:

$v_o(t) =$ ____ $Volts.$ (5)

Calcule também, através da Equação 5, os valores de tensão para o preenchimento da Tabela 2 (teo.).

Tempo(μs)	0	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25
Tensão (V) Exp.										
Tensão (V) Teo.										

Tabela 2: Valores de Tensão $v_o(t)$ (Criticamente Amortecido)

Plote em um gráfico a função obtida com a Equação 5. Sobreponha a esse gráfico marcações com os valores preenchidos na Tabela 2, identificando-os.

5.4 Circuito Sub-Amortecido ($\alpha < \omega_n$)

Para que o circuito apresente uma resposta sub-amortecida, é necessário que $\alpha < \omega_n$. Faça então $\alpha = {}^{\omega_n}/_4$ e desta forma calcule o valor de P_o através da Equação 3.

$$\alpha = \underline{\hspace{6cm}} neper/s \quad P_o = \underline{\hspace{6cm}} \Omega$$

Ajuste o potenciômetro para o valor de P_o calculado utilizando o ohmímetro. A seguir monte o circuito RLC série da Figura 1 e monitore a tensão no capacitor com o auxílio do osciloscópio anotando os valores requeridos na Tabela 3 (Exp.), conforme mostrado na Figura 2. Escreva a a equação de $v_o(t)$ obtida através de uma análise teórica utilizando os valores nominais dos componentes:

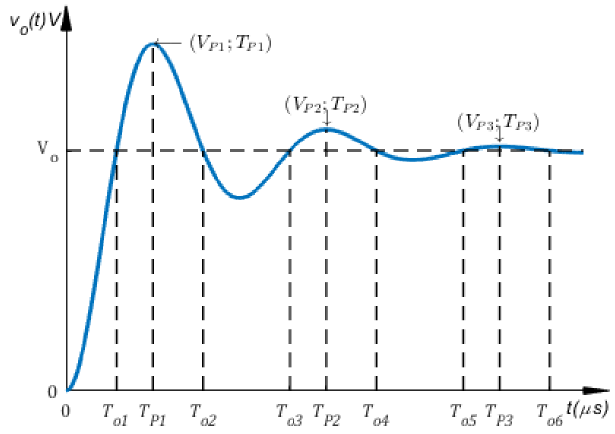

Figura 2: Característica da Tensão de Saída - Subamortecido.

$$v_o(t) = \underline{\hspace{12cm}} Volts. \qquad (6)$$

Tempo	T_{o1}	T_{P1}	T_{o2}	T_{o3}	T_{P2}	T_{o4}	T_{o5}	T_{P3}	T_{o6}
Tempo(μs)									
Tensão (V) Exp.									

Tabela 3: Valores de Tensão $v_o(t)$ (Sub-Amortecido)

Plote em um gráfico a função obtida com a Equação 6. Sobreponha a esse gráfico marcações com os valores preenchidos na Tabela 3, identificando-os.

6 Questionário

6.1 O experimento se mostrou válido? Explique por quê?

6.2 Comente os resultados, erros encontrados e a principal fonte de erro.