

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA ELÉTRICA
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

Professor: William Caires Silva Amorim

Monitor II: João Marcus Soares Callegari

ELT 226 - Laboratório de Circuitos Elétricos I

Nome: _____ Mat.: _____ Data: ____/____/____

Resposta de circuito RLC série à entrada degrau

Introdução:

- O circuito RLC série é composto por um resistor, um capacitor e um indutor associados em série conforme Figura 1. Consideremos a alimentação do mesmo pelo gerador de sinais. A resposta deste circuito dependerá das raízes da equação características em função dos valores de R, L e C.

Objetivos:

- Verificação prática do comportamento de um circuito RLC série com entrada degrau.

Material utilizado:

- | | |
|--|---------------------------|
| • 1 resistor 2,2 k Ω 1/4W; | • 2 capacitores de 10 nF; |
| • 1 resistor de 5 k Ω 1/4W; | • 2 amp-op LM 741; |
| • 2 resistores de 4,7 k Ω 1/4W; | • Gerador de sinais; |
| • 2 resistores de 1 k Ω 1/4W; | • Osciloscópio; |
| • 4 resistores de 10 k Ω 1/4W; | • Multímetros; |

Parte teórica:

- Para determinar a resposta natural de um circuito RLC série, é preciso calcular a corrente que surge nos elementos em série. Para a resposta forçada de um circuito RLC série, interessa a corrente resultante durante a aplicação de degrau de tensão. A resposta completa será a soma da resposta natural mais a resposta forçada. Analisemos as respostas do circuito RLC série dado na Figura 1 quando é aplicado um degrau de tensão $v(t) = V$.

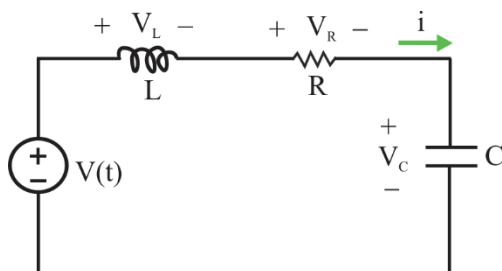


Figura 1 - Circuito RLC série, com entrada degrau de tensão.

- Seja o circuito RLC série dado na Figura 1. Encontre sua equação característica genérica e suas raízes. Avalie as condições nas quais a resposta natural deste circuito é superamortecida, subamortecida e criticamente amortecida. Analise em termos de R, L e C, considerando $i(0) = I_0$ e $v_c(0) = V_0$.
- Considerando $L = 45 \text{ mH}$, $R = 470 \Omega$ e $C = 10 \text{ nF}$, encontre a equação diferencial de segunda ordem que descreve a dinâmica deste circuito para um degrau de tensão de 2V em $t = 0^+$. Verifique se a resposta é subamortecida, superamortecida ou criticamente amortecida e suponha as respostas dadas na Tabela 1 para determinar a resposta forçada. Encontrar a resposta completa $v_r(t)$, $v_L(t)$ e $v_c(t)$, considerando $v_c(0) = 0\text{V}$ e $i(0) = 0\text{A}$;
- Considerando $L = 45 \text{ mH}$, $R = 10 \text{ k}\Omega$ e $C = 10 \text{ nF}$, encontre a equação diferencial de segunda ordem que descreve a dinâmica deste circuito para um degrau de tensão de 2V em $t = 0^+$. Verifique se a resposta é subamortecida, superamortecida ou criticamente amortecida e suponha as respostas dadas na Tabela 1 para determinar a resposta forçada. Encontrar a resposta completa $v_r(t)$, $v_L(t)$ e $v_c(t)$, considerando $v_c(0) = 0\text{V}$ e $i(0) = 0\text{A}$.

Tabela 1 - Respostas possíveis.

$v_c(t) = e^{-\alpha t}(B_1 \cos(w_d t) + B_2 \text{sen}(w_d t))$	Subamortecido
$v_c(t) = B_1 e^{-\lambda_1 t} + B_2 e^{-\lambda_2 t}$	Superamortecido
$v_c(t) = B_1 t e^{-\lambda t} + B_2 e^{-\lambda t}$	Criticamente amortecido

- O que ocorre com a dinâmica da resposta ao aumentar o valor de R?

Parte prática:

Circuito 1

- Realizar a montagem da Figura 2(a). O sinal de entrada $V(t)$ é do tipo onda quadrada, produzido pelo gerador de sinais (amplitude de 2V e frequência de 100Hz), de acordo com a Figura 2(c);
- Configurar os canais do osciloscópio em acoplamento c.c, e conectá-los conforme mostrado na Figura 2(a). Utilize o canal 1 para leitura do sinal de entrada $V(t)$ e o canal 2 para leitura do sinal de saída $V_c(t)$;
- Salve as curvas de tensão de saída e disserte sobre seu comportamento, quanto ao tipo de resposta (subamortecido ou superamortecido). Para auxiliar sua resposta, utilize os resultados da seção teórica.

Circuito 2

- Realizar a montagem da Figura 2(b). O sinal de entrada $V(t)$ é do tipo onda quadrada, produzido pelo gerador de sinais (amplitude de 2V e frequência de 100Hz), de acordo com a Figura 2(c);
- Configurar os canais do osciloscópio em acoplamento c.c, e conectá-los conforme mostrado na Figura 2(a). Utilize o canal 1 para leitura do sinal de entrada $V(t)$ e o canal 2 para leitura do sinal de saída $V_c(t)$;
- Salve as curvas de tensão de saída e disserte sobre seu comportamento, quanto ao tipo de resposta (subamortecido ou superamortecido). Para auxiliar sua resposta, utilize os resultados da seção teórica.

Discussão

- Verificar a tensão $V_R(t)$ em cima do resistor. A tensão em cima do resistor visto no osciloscópio está de acordo com a teoria? Justifique através da resposta transitória e em regime permanente ($t \rightarrow \infty$);

- Verificar a tensão $V_L(t)$ em cima do indutor. A tensão em cima do indutor visto no osciloscópio está de acordo com a teoria? Justifique através da resposta transitória e em regime permanente ($t \rightarrow \infty$);
- Verificar a tensão $V_C(t)$ em cima do capacitor. A tensão em cima do capacitor visto no osciloscópio está de acordo com a teoria? Justifique através da resposta transitória e em regime permanente ($t \rightarrow \infty$).

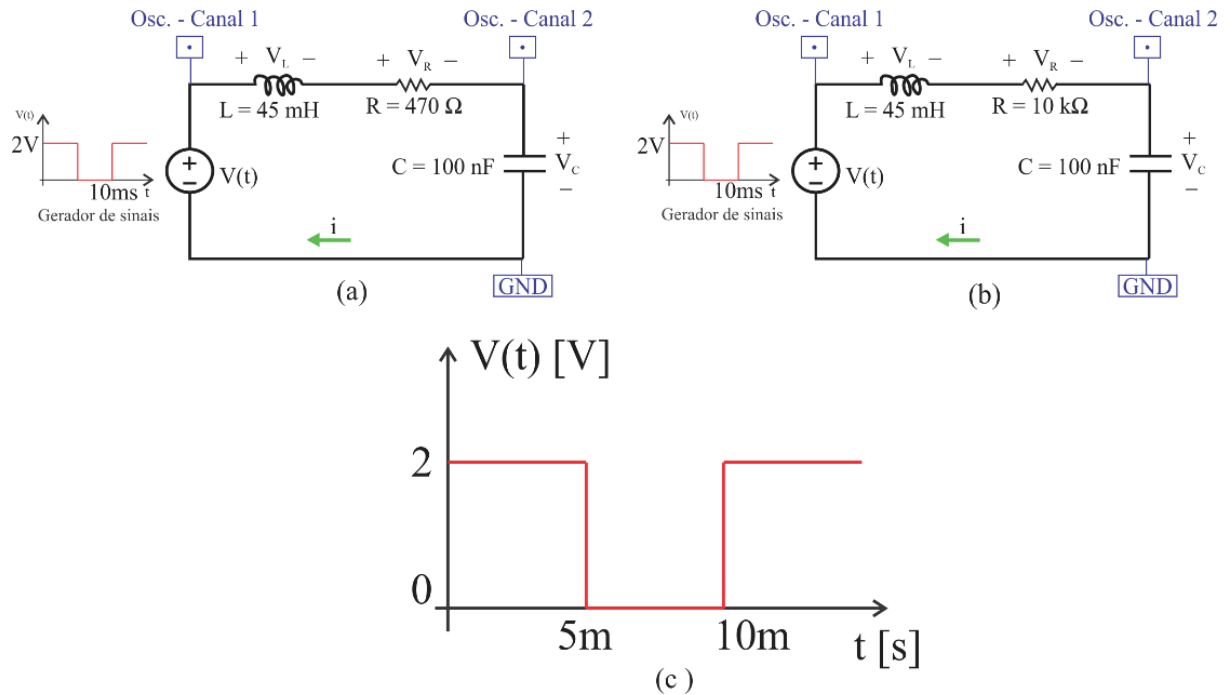


Figura 2 – Circuito RLC série com (a) $R = 470 \Omega$ e (b) $R = 10 \text{ k}\Omega$. (c) Sinal de entrada.