

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: ____/____/____

Análise fasorial de resposta de circuito RLC série em corrente alternada

Introdução:

- O circuito RLC série é composto por um resistor, um capacitor e um indutor associados em série conforme Figura 1(a). Considerando que a resistência não varia com a frequência e as reatâncias capacitiva e indutiva variam, o comportamento deste circuito pode ser avaliado pelas curvas de impedância e corrente do circuito em função da frequência.

Objetivos:

- Verificação prática do comportamento de um circuito RLC em corrente alternada.

Material utilizado:

- 2 resistores 2,2 k Ω 1/4W;
- 1 indutor de 45 mH;
- 1 capacitor de 1 nF;
- Fios diversos;
- Gerador de sinais;
- Osciloscópio;
- Multímetros;

Parte teórica:

- O circuito RLC série pode ter um comportamento com característica resistiva, capacitiva ou indutiva de acordo com os valores assumidos pela reatância capacitiva e/ou indutiva. A Fig. 2(a) apresenta o esboço das curvas das reatâncias e da impedância de um circuito RLC série em função da frequência e a Fig. 2(b) esboça a curva da corrente do circuito.

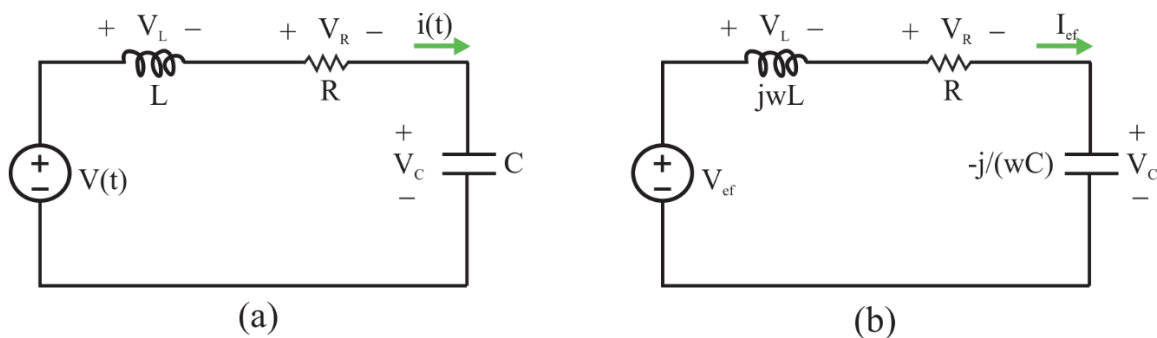


Figura 1 – (a)-(b) Circuito RLC série, com entrada degrau de tensão.

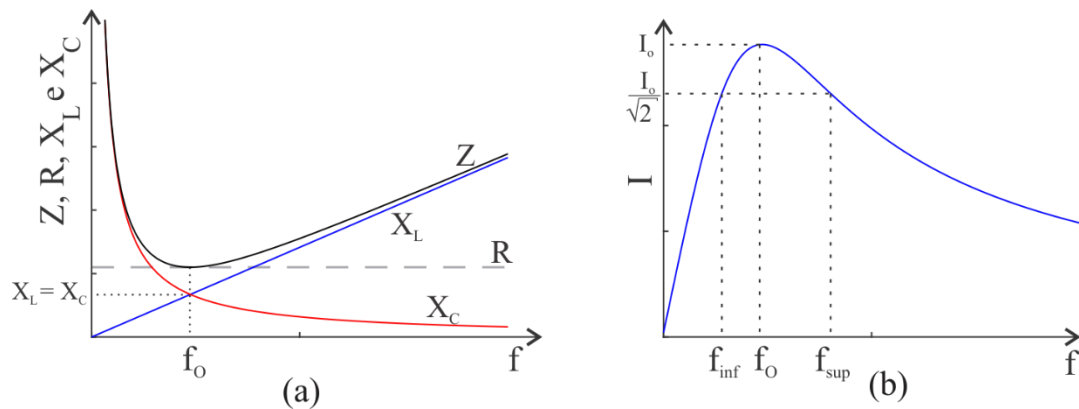


Figura 2 - (a) Impedância, resistência e reatâncias em função da frequência. (b) Corrente em função da frequência.

- Disserte sobre a frequência de ressonância f_0 deste circuito. Quando ela ocorre?
- Quando a resistência do circuito for igual à soma das reatâncias indutiva e capacitiva, podemos afirmar que a tensão eficaz no resistor V_R é igual à tensão eficaz na reatância equivalente $V_{eq} = V_L + V_C$. Prove que:

$$V_{ef} = \sqrt{2}V_R, \quad (1)$$

onde V_{ef} é a tensão eficaz da fonte c.a. de entrada. Dividindo ambos os lados por R e definindo I , obtém-se:

$$\frac{V_{ef}}{R} = \frac{\sqrt{2}V_R}{R} = \sqrt{2}I, \quad (2)$$

- Seja I_0 a corrente na frequência de ressonância, mostre que:

$$I_0 = \frac{V_{ef}}{R}, \quad (3)$$

onde R é a resistência série do circuito RLC. Por que a Equação 3 independe de X_L e X_C ?

- Das Equações 2 e 3, mostre que:

$$I = \frac{I_0}{\sqrt{2}}. \quad (4)$$

- O valor de dado pela Equação 4 ocorre em duas frequências, conforme apresentado na Fig. 2(b). Estas frequências são denominadas como: frequência de corte inferior (f_{inf}) e frequência de corte superior (f_{sup}). A faixa de frequências compreendida entre f_{inf} e f_{sup} é denominada de largura de banda (LB) sendo expressa por:

$$LB = f_{sup} - f_{inf}. \quad (5)$$

- Utilizando uma fonte senoidal $V(t)$ com $4 V_{pp}$ e variando-se a frequência de 5 kHz até 50 kHz em intervalos iguais de 5 kHz, determine:

- A frequência de ressonância do circuito da Figura 2(a);
- Valor eficaz de tensão no resistor para cada frequência;
- Valor eficaz de corrente no circuito para cada frequência;
- Valor das reatâncias para cada frequência;
- Defasagem entre tensão $V(t)$ e a corrente do circuito $I(t)$ para cada frequência;
- Esboce um gráfico contendo X_C , X_L , R e Z ;
- Esboce $I_{ef}(f)$, enfatizando as frequências de corte, corte inferior e superior e a largura de banda;
- Este circuito possui características predominantemente indutivo ou capacitivo para frequências acima da frequência de corte? E abaixo?

Utilize $L = 45 \text{ mH}$, $C = 1 \text{ nF}$ e $R = 1,1 \text{ k}\Omega$. Uma rotina desenvolvida em qualquer *software* (por exemplo, MATLAB) ajudará exponencialmente a resolver este exercício.

Parte prática:

- Realizar a montagem da Figura 3(b). O sinal de entrada $V(t)$ é do tipo senoidal, produzido pelo gerador de sinais (amplitude de 2V e frequência inicial de 5 kHz), de acordo com a Figura 3(a);
- Configurar os canais do osciloscópio em acoplamento c.c, e conectá-los conforme mostrado na Figura 3(b). Utilize o canal 1 para leitura do sinal de entrada $V(t)$ e o canal 2 para leitura do sinal de saída $V_R(t)$. Conecte um voltímetro na saída $V_R(t)$ para acompanhar o valor RMS;
- Varie a frequência do sinal de entrada (via gerador de sinais) até verificar a máxima tensão eficaz lida pelo osciloscópio e multímetro. Qual o valor desta tensão? Esta tensão é maior que o valor da tensão da fonte de entrada? Por que isto ocorre?
- E o valor da frequência correspondente à tensão V_r máxima? Confira com o valor teórico calculado na seção anterior. Como chamamos esta frequência?
- Adeque o circuito para medir a tensão no indutor, através do Canal 2 do osciloscópio. Varie a frequência até que a tensão seja máxima no indutor. Esta tensão é maior ou menor que a tensão da fonte? Disserte sobre.
- Repita o passo anterior para encontrar a máxima tensão sobre o capacitor. Disserte sobre as observações feitas;
- Utilize os resultados coletados no osciloscópio para auxiliar nas discussões.

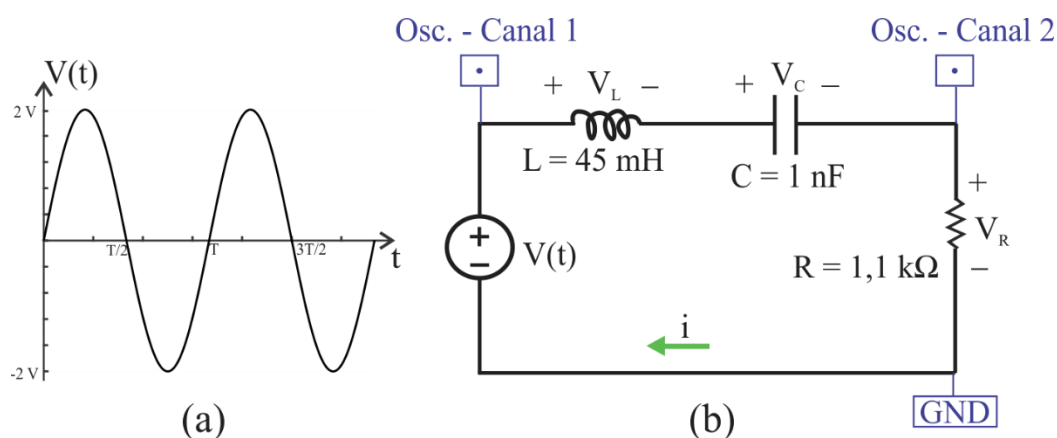


Figura 3 - (a) Sinal de entrada senoidal. (b) Montagem prática do circuito RLC série.