

## Laboratório 5

### 5.1 Objetivos

Medida de impedâncias e análise de ressonância em circuito RLC.

### 5.2 Material

Protoboard  
RLC Meter (Politem)  
Osciloscópio Digital (Keyseight DSOX2002A)  
Gerador de Funções Digital (Minipa FG-4201<sup>a</sup>)

### 5.3 Introdução

O circuito RLC série da Fig. 1 tem frequência de ressonância dada pela equação (1).

$$f_s = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad (1)$$

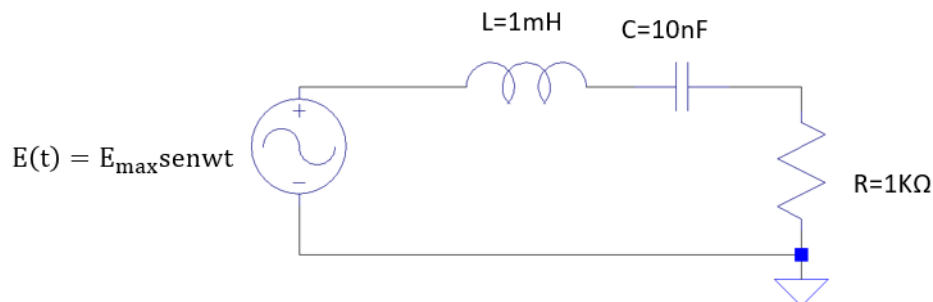


Fig. 5.1 – Circuito RLC série

A **reatância capacitiva** do capacitor  $C$  ( $x_C$ ), a **reatância indutiva** do indutor  $L$  ( $x_L$ ), a **impedância total do circuito** ( $z_T$ ) e a **defasagem** ( $\theta$ ) entre a tensão  $E(t)$  e a corrente  $i(t)$  do circuito são dadas pelas equações (2) à (5).

$$X_C = \frac{1}{2\pi fC} \quad (2)$$

$$X_L = 2\pi fL \quad (3)$$

$$Z_T = \sqrt{R^2 + (X_L - X_C)^2} \quad (4)$$

$$\theta = \tan^{-1} \frac{X_L - X_C}{R} \quad (5)$$

Os valores teóricos de  $X_C$ ,  $X_L$ ,  $Z_T$  e  $\theta$  nas frequências de 20KHz, 30KHz, 40KHz, 50KHz e 100KHz são mostrados na Tabela 1.

Tabela 5.1 – Valores teóricos de  $X_C(\Omega)$ ,  $X_L(\Omega)$ ,  $Z_T(\Omega)$  e  $\theta$

Frequência (KHz)	$X_C$ ( $\Omega$ )	$X_L$ ( $\Omega$ )	$Z_T$ ( $\Omega$ )	$\theta$ (graus)
20	796,18	125,60	1204,02	-33,85
50	318,47	314	1000,01	0
100	159,24	628	1114,42	25,16

As resistências da fonte e do indutor contribuem para a resistência total ( $R_{total}=R+R_s+R_L$ ) do circuito e, portanto, influenciam a frequência de ressonância do circuito, conforme Fig. 5.2. A Fig. 5.3 mostra o circuito se  $R_s=0$  e  $R_L=0$ .

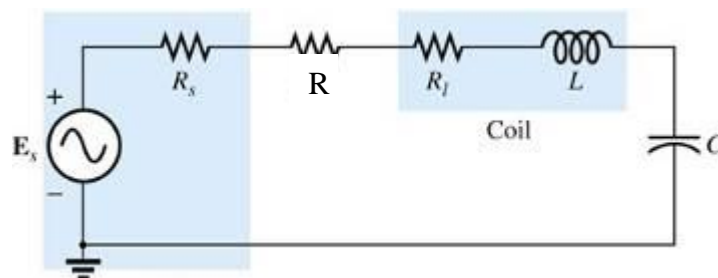


Fig. 5.2 – Circuito RLC série com os resistores  $R_s$  da fonte e  $R_L$  do indutor

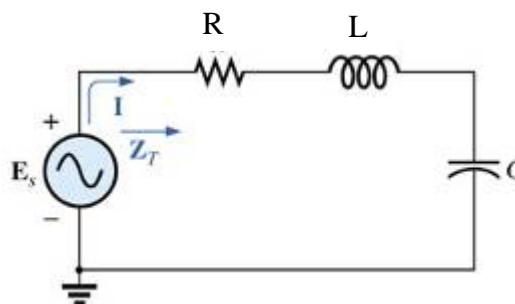


Fig. 5.3 – Circuito RLC série se  $R_s=0$  e  $R_L=0$

#### 5.4. Procedimento Experimental

- Medir os valores de  $R$ ,  $L$  e  $C$  com um RLC Meter.
- Implementar o circuito da Fig.5.1 em um protoboard.
- Utilizando  $E_{max}=10V$ , variar a frequência do sinal de entrada, conforme Tabela 5.2, e medir com o osciloscópio as seguintes grandezas:

- $E_{max}$  (pode variar com a frequência devido ao efeito de carga do circuito no gerador de sinal).
- Tensão máxima  $V_{Rmax}$  na resistência R.
- Tensão máxima  $V_{Cmax}$  na capacitância C.
- Tensão máxima  $V_{Lmax}$  na indutância L.

Tabela 2 – Tensões, Correntes, Reatâncias e Defasagem

f (KHz)	$E_{max}$ (v)	$V_{Rmax}$ (V)	$I_{max}$ ( $V_{Rmax}/R$ ) (A)	$V_{Cmax}$ (V)	$V_{Lmax}$ (V)	$X_C$ ( $V_{Cmax}/I_{max}$ ) ( $\Omega$ )	$X_L$ ( $V_{Lmax}/I_{max}$ ) ( $\Omega$ )	$Z_T$ ( $E_{Lmax}/I_{max}$ ) ( $\Omega$ )	$\theta$ (graus)
20	10								
50	10								
100	10								

d) Medir a frequência de ressonância do circuito considerando que nesta frequência a defasagem entre a tensão de entrada e a corrente é  $\theta=0$ . Salvar a imagem da tela do osciloscópio.

e) Medir a defasagem entre a tensão  $E(t)$  e a corrente  $I(t)$  do circuito na frequência  $f=20\text{Khz}$ . A corrente está adiantada ou atrasada em relação a tensão ? Salvar a imagem da tela do osciloscópio.

f) Medir a defasagem entre a tensão  $E(t)$  e a corrente  $I(t)$  do circuito na frequência  $f=100\text{KHz}$ . A corrente está adiantada ou atrasada em relação a tensão ? Salvar a imagem da tela do osciloscópio.

## 5.5 Questionário

a) Comparar os valores calculados (Tabela 5.1) e medidos (Tabela 5.2) de  $X_C$ ,  $X_L$ ,  $Z_T$  e  $\theta$  através de diferenças percentuais utilizando uma tabela.

b) Comentar os resultados das medidas da defasagem entre tensão de entrada e corrente no circuito na frequência de ressonância e em  $f=20\text{KHz}$  e  $f=100\text{kHz}$ .

## 5.6 Referência Bibliográfica

Boylestad RL, Ressonância, In: Introdução à Circuitos Elétricos, Pearson-Prentice Hall, 10ª edição, 2004.