



**Universidade Federal de Uberlândia**

Faculdade de Engenharia Elétrica

FEELT

**TENSÕES, CORRENTE E POTÊNCIAS EM CIRCUITO SÉRIE,  
FATOR DE POTÊNCIA E CORRENTE ALTERNADA SENOIDAL  
- USO DE MEDIDORES ANALÓGICOS E DIGITAIS**

Relatório da Disciplina de Circuitos Elétricos II  
por

Lesly Viviane Montúfar Berrios  
11811ETE001

Prof. Wellington Maycon Santos Bernardes  
Uberlândia, Setembro / 2019

# Sumário

<b>1</b>	<b>Objetivos</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Introdução teórica</b>	<b>2</b>
2.1	Análise do circuito . . . . .	2
2.2	Potências Eficazes . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Preparação</b>	<b>3</b>
3.1	Materiais e ferramentas . . . . .	3
3.2	Montagem . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Análise sobre segurança</b>	<b>4</b>
<b>5</b>	<b>Cálculos, análise dos resultados e questões</b>	<b>5</b>
<b>6</b>	<b>Simulação computacional</b>	<b>7</b>
6.1	Caso A . . . . .	7
6.2	Caso B . . . . .	8
<b>7</b>	<b>Conclusões</b>	<b>9</b>

# 1 Objetivos

Montar um circuito série  $RLC$ , energizá-lo com tensão alternada senoidal, realizar medições usando equipamentos analógicos e digitais, efetuar desenvolvimentos teóricos e cálculos numéricos confrontando os resultados teóricos com aqueles obtidos experimentalmente.

## 2 Introdução teórica

### 2.1 Análise do circuito

O circuito a ser analisado neste experimento é descrito na Figura 1 e do conhecimento teórico de circuitos em série tem-se os cálculos descritos pelas Equações (1) e (2).

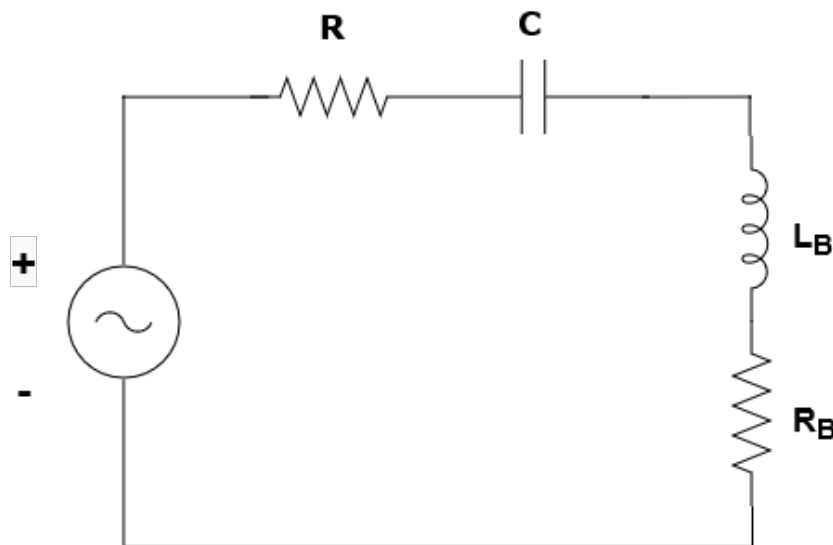


Figura 1: Montagem experimental.

A impedância total na forma fasorial é descrita como na Equação 1, assim tomando-se o módulo é possível descrever a corrente como na Equação 2.

$$\dot{Z} = (R + R_B) + j(X_{L_B} + X_C) \quad (1)$$

$$Z = \sqrt{(R + R_B)^2 + (X_{L_B} + X_C)^2}$$
$$V = ZI$$

$$I = \frac{V}{\sqrt{(R + R_B)^2 + (X_{L_B} + X_C)^2}} \quad (2)$$

## 2.2 Potências Eficazes

As potências ativa, reativa e aparente eficazes podem ser calculadas, respectivamente, pelas Equações (3), (4) e (5).

$$P = V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \cos\theta \quad (3)$$

$$Q = V_{ef} \cdot I_{ef} \cdot \sin\theta \quad (4)$$

$$S = V_{ef} \cdot I_{ef} \quad (5)$$

## 3 Preparação

### 3.1 Materiais e ferramentas

1 - *Fonte*

Alimentará todo o circuito.

2 - *Variador de tensão (Varivolt)*

O equipamento permitirá obter o valor desejado de corrente a partir da regulação correta da tensão fornecida pela fonte. Também chamado de autotransformador.

3 - *Medidor eletrônico KRON Mult K*

Possibilita encontrar a medição da potência real (P) - vatímetro, reativa (Q) e aparente (S) do circuito. Ele também possui função de cofasímetro, instrumento elétrico que mede o fator de potência ( $\cos\theta$ ) ou o ângulo da impedância  $\theta$  do circuito, para um circuito com a impedância  $Z = Z \angle \theta$ .

4 - *Conectores*

Foram utilizadas pontas de provas para a verificação das grandezas nos multímetros e pontas de prova específicas para multímetro. Para as conexões no circuito foi utilizado majoritariamente cabos banana-banana.

5 - *Multímetro*

Utilizado para medir a resistência R, capacitância C e grandezas do conjunto L e  $R_L$  especificados no experimento.

6 - *Amperímetro analógico AC*

Instrumento de maior precisão.

7 - *Voltímetro analógico AC*

Instrumento de maior precisão.

8 - *Osciloscópio*

Utilizado obter informações da forma de onda ( $V_{pp}, V_{max}, V_{rms}$ ).

9 - *Reostato R*

Reostato com potência nominal de aproximadamente 1kW.

10 - *Capacitor C*

Reostato com potência nominal de aproximadamente 1kW.

11 - *Bobina B*

O valor medido da indutância da bobina B (reator para lâmpada vapor de sódio) realizada recentemente (Agosto/2019) é de 160 mH e resistência interna de 3,8 ohms.

### 3.2 Montagem

Realize a montagem informada na Figura 2, com os parâmetros R, C, L, RL, V e f (preenchendo as Tabelas 1 e 2).

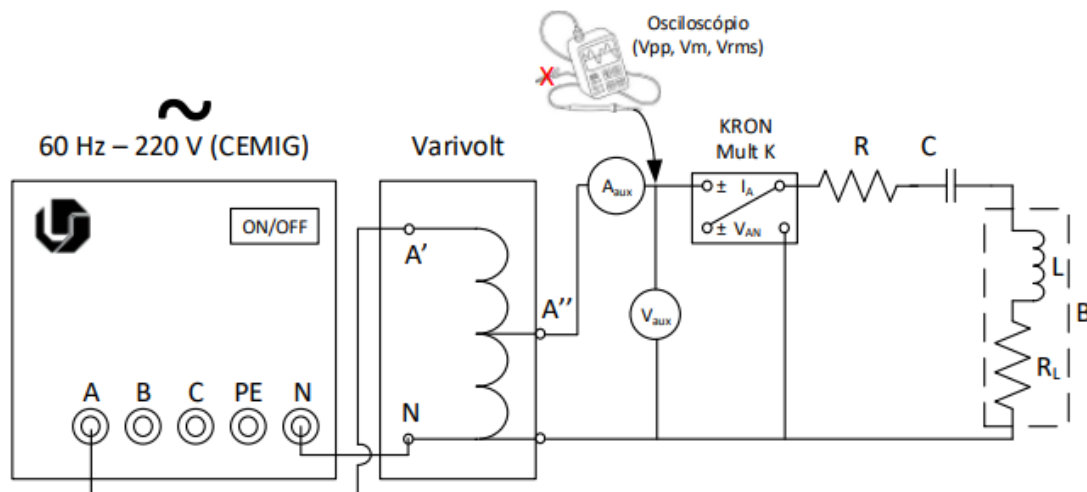


Figura 2: Montagem experimental.

## 4 Análise sobre segurança

Os óculos de segurança são Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e são utilizados para a proteção da área ao redor dos olhos contra qualquer tipo de detrito estranho, que possa causar irritação ou ferimentos. Também protegem contra faíscas, respingos de produtos químicos, detritos, poeira, radiação e etc [4]. É importante a utilização desse equipamento durante os experimentos a fim de evitar qualquer dano, além de preparar o profissional para o manejo correto e seguro de qualquer equipamento. Além disso, foi de extrema importância a presença do professor ou técnico na verificação da montagem do circuito antes de energizá-lo. Assim, reduziu-se riscos de curtos-circuitos ou sobrecarga na rede.

## 5 Cálculos, análise dos resultados e questões

- 1 - Complete a Tabela 1 com os dados do Caso A, sendo  $V_{ef} = 100V$  e  $R = 100\Omega$  (teórico).

Tabela 1: Parâmetros reais da montagem do primeiro caso.

$R[\Omega]$	$C[\mu F]$	$L[mH]$	$R_L[\Omega]$	$V[volts]$	$f[Hz]$
100	45,9	160	3,8	99,4	59,95

- 2 - Complete a Tabela 2 com os dados do Caso B, sendo  $V_{ef} = 50V$  e  $R = 20\Omega$  (teórico).

Tabela 2: Parâmetros reais da montagem do segundo caso.

$R[\Omega]$	$C[\mu F]$	$L[mH]$	$R_L[\Omega]$	$V[volts]$	$f[Hz]$
20	45,9	160	3,8	49,39	60,00

- 3 - Ajuste a tensão de saída do autotransformador (varivolt) de maneira a obter a tensão solicitada para o voltímetro e anote os valores medidos na Tabela 3 (para ambos os casos, A e B). Os resultados são obtidos por meio dos cálculos apresentados na introdução teórica.

Tabela 3: Erro percentual das duas montagens.

Valores	Medições									Cálculos		
	$V_{ef}$	I	$\cos\theta$	$V_R$	$V_C$	$V_{(L+R_L)}$	P	S	Q	$\theta^{[1]}$	$S^{[2]}$	$Q^{[3]}$
	[V]	[A]	[fp]	[V]	[V]	[V]	[W]	[VA]	[VAr]	[°]	[VA]	[Var]
Caso A												
Medidos	99,40	0,932	0,988	93,10	54,36	69,40	90,90	92,01	14,23	8,89	92,64	14,25
Calculados	100	0,963	0,999	96,30	55,65	58,19	96,20	96,30	4,30	2,56	96,30	4,30
Erros (%)	-0,60	-3,34	-1,113	-3,44	-2,37	16,15	-5,83	-3,95	69,77	71,20	-3,95	69,82
Caso B												
Medidos	49,39	1,702	0,873	34,16	99,8	124,00	73,10	84,00	41,39	29,19	84,06	41,38
Calculados	50,00	2,089	0,994	41,78	120,72	126,24	103,82	104,45	11,41	6,27	104,45	11,45
Erros (%)	-1,24	-22,74	-13,91	-22,30	-20,97	-1,81	-42,02	-24,34	72,43	78,48	-24,26	72,32

[1] Calcule o valor medido de  $\theta$  à partir do fator de potência, ou seja,  $\theta = \arccos(fp)$ .

[2] Calcule a potência aparente  $S$  à partir dos valores medidos para  $V$  e  $I$ , ou seja,  $S = V \times I$ .

[3] Calcule a potência reativa  $Q$  à partir do triângulo de potência, ou seja,  $Q^2 = S^2 - P^2$ .

Calculando-se as impedâncias sobre o capacitor e indutor tem-se, respectivamente,  $X_C = 57,79\Omega$  e  $X_{L_B} = 60,31\Omega$ . Ademais, para a bobina  $Z_B = \sqrt{R_B^2 + L_B^2} = 60,43\Omega$ . O cálculo do fp foi realizado pela relação do triângulo de impedâncias.

Para o caso A, do cálculo do módulo da impedância por meio da Equação (1) tem-se  $Z = 103,8284\Omega$ , logo  $I = 0,963A$ . Já para o caso B, do cálculo do módulo da impedância por meio da Equação (1) tem-se  $Z = 23,9339\Omega$ , logo  $I = 2,089A$ .

- 4 - Ligue o osciloscópio (canal CH1), automatize o trigger e colete  $V_{pp}$ ,  $V_m$  e  $V_{rms}$ . Registre a imagem. Use a função MEASURE > TODAS MED para o equipamento realizar os cálculos práticos.

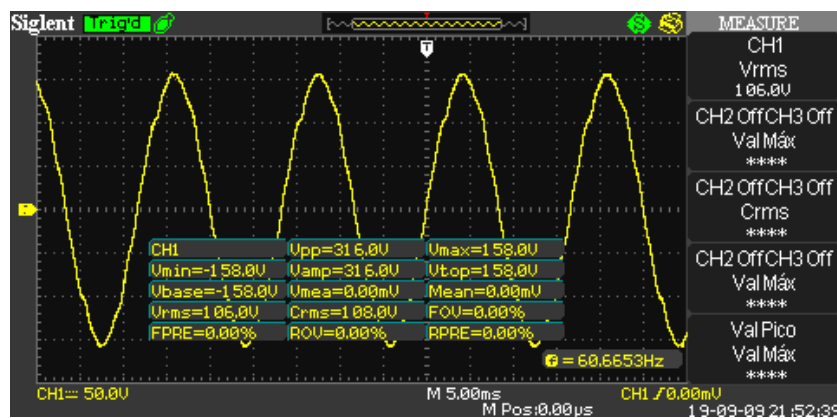


Figura 3: Imagem do osciloscópio para o Caso A.

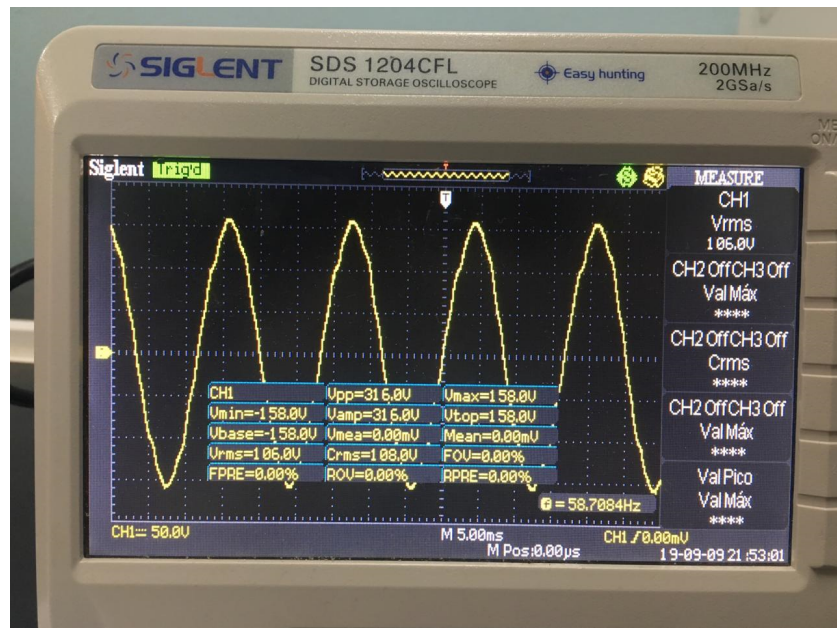


Figura 4: Imagem do osciloscópio para o Caso B.

## 6 Simulação computacional

### 6.1 Caso A

Da simulação computacional tem-se as Figuras 5, 6, 7 e 8.

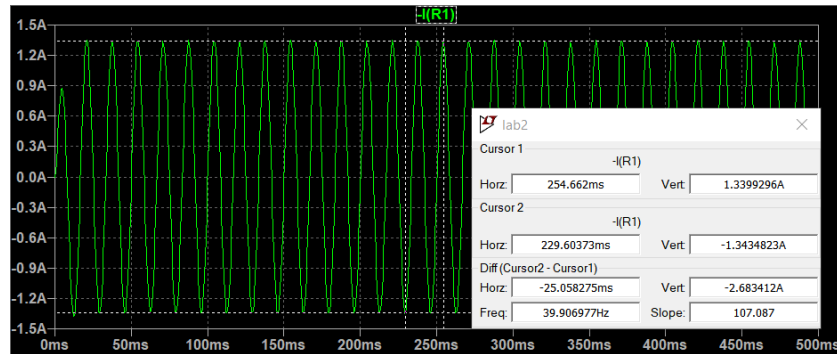


Figura 5: Corrente do circuito.

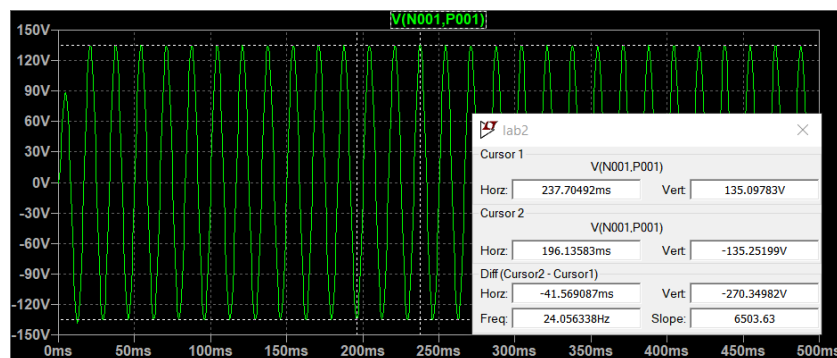


Figura 6: Tensão no resistor R.

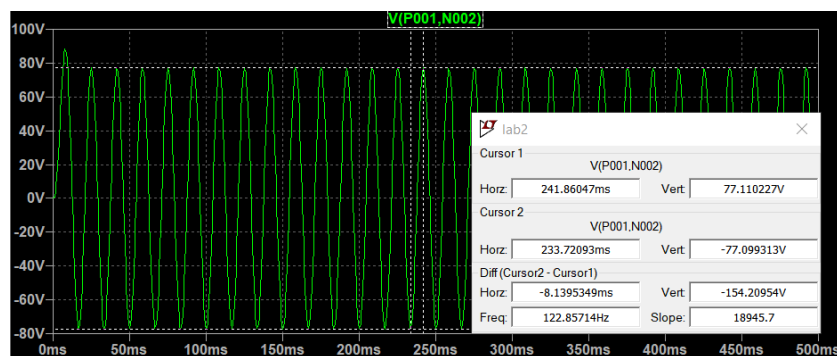


Figura 7: Tensão no capacitor C.



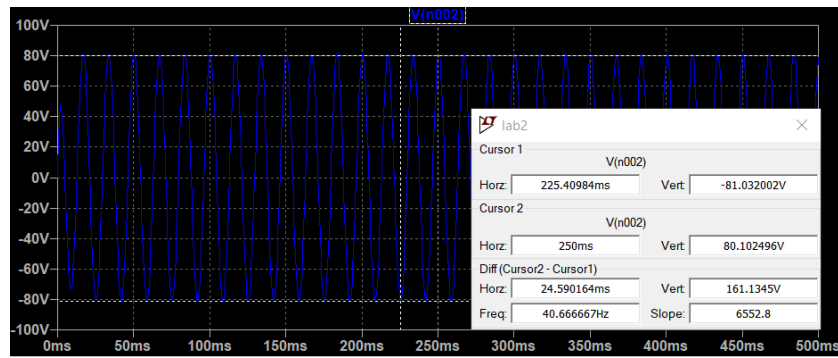


Figura 8: Tensão na bobina B.

## 6.2 Caso B

Da simulação computacional tem-se as Figuras 9, 10, 11 e 12.

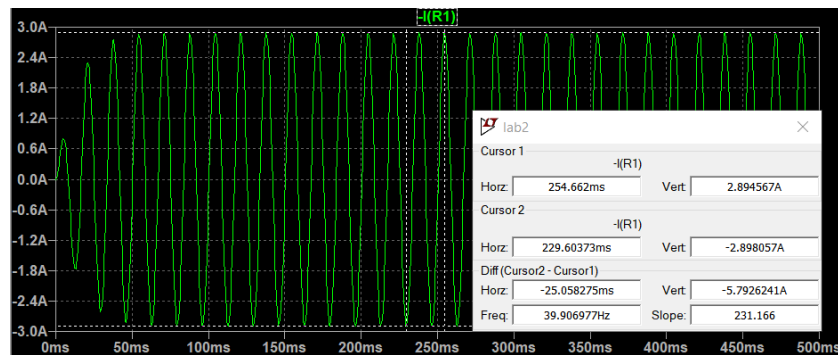


Figura 9: Corrente do circuito.

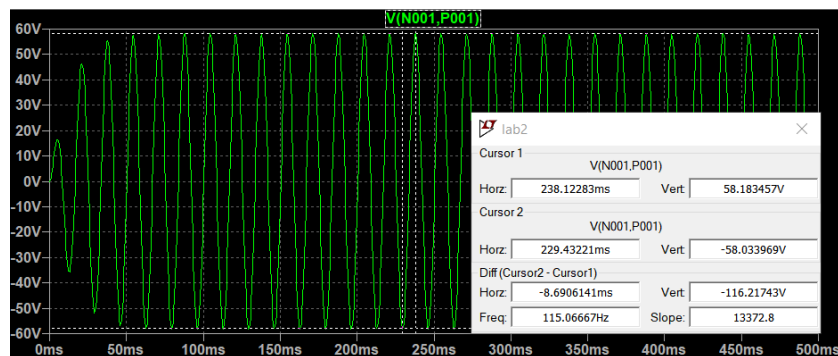


Figura 10: Tensão no resistor R.

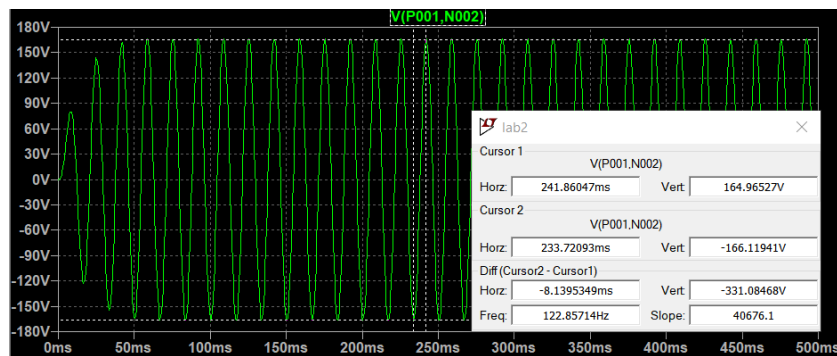


Figura 11: Tensão no capacitor C.

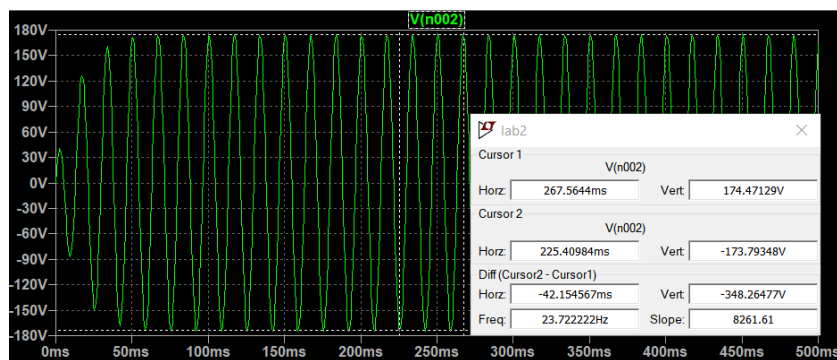


Figura 12: Tensão na bobina B.

## 7 Conclusões

A análise do circuito série

## Referências

- [1] P. H. Rezende, “Circuitos Magneticamente Acoplados”, UFU, 2018. Disponível em: [https://www.moodle.ufu.br/pluginfile.php/702496/mod\\_resource/content/3/Cap.%20I\\_Acoplamento.pdf](https://www.moodle.ufu.br/pluginfile.php/702496/mod_resource/content/3/Cap.%20I_Acoplamento.pdf). Acesso em: ago. 2019.
- [2] J. D. Irwin, “Análise de Circuitos Em Engenharia”, Pearson, 4<sup>a</sup> Ed., 2000.
- [3] R. L. Boylestad, “Introdução À Análise de Circuitos”, Pearson, 10<sup>a</sup> Ed., 2004.
- [4] SafetyTrabi, “Óculos de segurança: Saiba quando utilizar este EPI”, SafetyTrab, 2019. Disponível em: <https://www.safetytrab.com.br/blog/oculos-de-seguranca/>. Acesso em: ago. 2019.