



**ESCOLA POLITÉCNICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**Departamento de Engenharia de Sistemas Eletrônicos**

**PSI 3212 – LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS**

Marcelo N.P. Carreño, Cinthia Itiki, Inés Pereyra – 2019

**Experiência 5 – Sinais Senoidais e Fasores**  
**Roteiro para Relatório e Guia de Experimento**

No. USP	Nome	Nota	Bancada

<b>Data:</b>	<b>Turmas:</b>	<b>Prof(a):</b>
--------------	----------------	-----------------

**Objetivos**

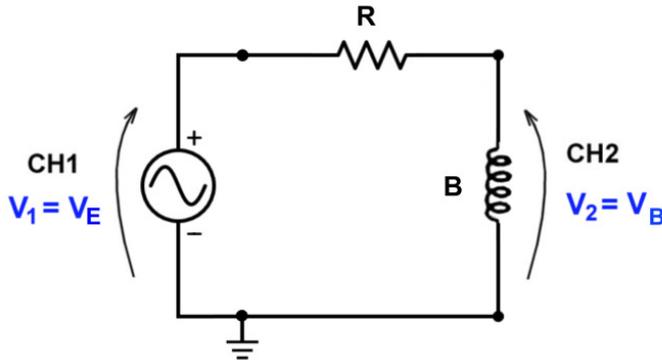
- Verificar experimentalmente a validade da 2ª lei de Kirchhoff em circuitos DC e AC utilizando multímetro e osciloscópio
- Determinar experimentalmente os fasores das tensões e correntes num circuito com componentes resistivos e reativos (bobina), utilizando multímetro e osciloscópio
- Determinar experimentalmente a impedância complexa da bobina (módulo e fase) a partir dos fasores da tensão e corrente na bobina, numa certa faixa de frequências

**Equipamentos e materiais**

- Resistor de  $1k\Omega$
- Bobina 170 mH
- Osciloscópio
- Multímetro portátil
- Gerador de funções
- Computador

**1. Validação da 2ª lei de Kirchhoff utilizando multímetro**

1a) Monte o circuito abaixo e alimente com uma **tensão DC** de 10 V e meça com o multímetro as tensões  $V_E$ ,  $V_R$  e  $V_B$ . Anote os valores obtidos na tabela abaixo :



Circuito DC
$V_E =$
$V_R =$
$V_B =$

1b) Verifique se os valores obtidos satisfazem a 2a Lei de Kirchhoff:

1c) Agora, alimente o mesmo circuito com uma **tensão senoidal** de 1 kHz e 10  $V_{pp}$ , e meça novamente, com o multímetro, as tensões  $V_E$ ,  $V_R$  e  $V_B$ . Anote os valores obtidos, indicando claramente as unidades:

Circuito AC		
$V_E$	$V_R$	$V_B$

Verifique que se a soma das tensões no resistor ( $V_R$ ) e na bobina ( $V_B$ ) é igual à tensão fornecida pela fonte.

1d) Esse resultado indica que a 2a Lei de Kirchhoff não é válida em circuitos AC ?. Analise e explique claramente o resultado. Utilize o verso da folha

## 2. Validação da 2ª lei de Kirchhoff utilizando osciloscópio

Utilizando o mesmo circuito do item anterior, meça com o canal 1 e canal 2 do osciloscópio as tensões  $V_E(t)$  e  $V_B(t)$  conforme a Fig.2a abaixo e guarde a sinal  $V_B(t)$  na memória do osciloscópio (**utilize a escala de 2 V/div para obter as curvas**). Para isto, utilize o botão "Save/Recall" e salve numa USB, com formato "Dados da Forma da Onda de Referência [\*h5]", o Canal 2 (com o sinal  $V_B(t)$ ). A seguir, troque a posição do Resistor e da Bobina, e meça os sinais  $V_E(t)$  e  $V_R(t)$  conforme a Fig.2b.

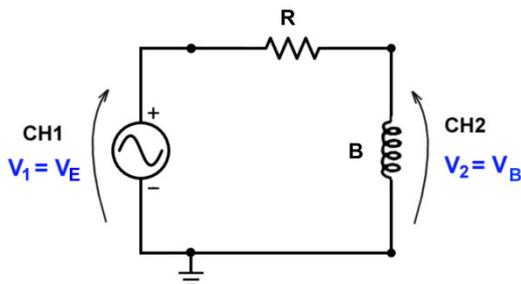


Fig.2a

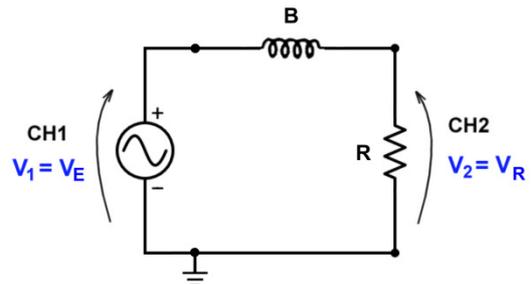


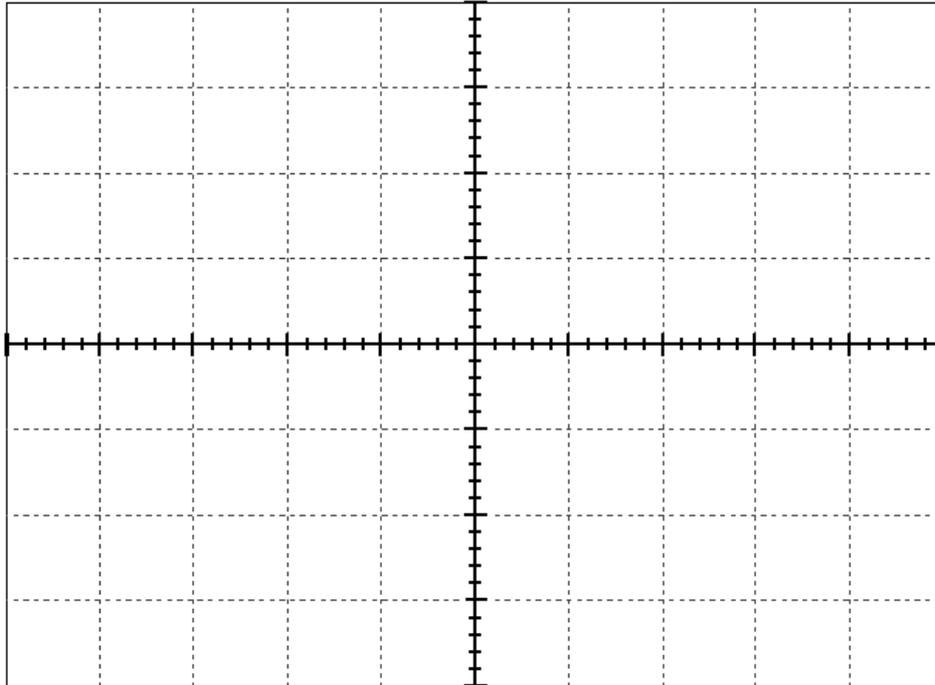
Fig.2b

Utilize a "Save/Recall" e o softKey "Recall" para recuperar o sinal  $V_B(t)$  que você tinha salvo previamente na USB. Note que na tela do osciloscópio aparecerão os 3 sinais ( $V_E(t)$ ,  $V_R(t)$  e o sinal  $V_B(t)$  salvo na USB e que **você deve utilizar a mesma escala de 2 V/div nas 3 curvas (CH1, CH2 e MATH)**. Salve a Tela do osciloscópio, inverta as cores para deixar o fundo branco, e imprima a tela do osciloscópio mostrando esses 3 sinais.

- 2a) Escolha 5 pontos no eixo dos tempos da figura e verifique neles a validade da 2a Lei de Kirchhoff para cada instante. Indique as somas dos valores na própria figura impressa e ANEXE ao relatório. **Obs.: Não deixe de indicar na figura, os pontos escolhidos e as contas realizadas para verificar a 2a Lei de Kirchhoff.**

- 2b) A seguir, utilizando a função MATH obtenha o sinal  $V_{MATH} = V_E(t) - V_R(t)$ , e desenhe na figura abaixo, os sinais  $V_B(t)$  guardado na memória e  $V_{MATH}(t) = (V_E(t) - V_R(t))$ . **Utilize a mesma escala de tensão nas 2 curvas (memoria e MATH).**

CH1: \_\_\_\_/div CH2: \_\_\_\_/div Math: \_\_\_\_/div Time: \_\_\_\_/div



- 2c) Descreva o que observa:

- 2d) O que pode concluir desse resultado ?

**3. Determinação dos fasores das tensões  $\hat{V}_E$ ,  $\hat{V}_R$  e  $\hat{V}_B$  utilizando osciloscópio**

- 3a) Com o circuito já montado (Fig.2b), meça com o osciloscópio as tensões de pico de  $V_E(t)$ ,  $V_R(t)$  e  $V_B(t)$  ( $=V_{MATH}(t)$ ) para as frequências 100 Hz, 500 Hz, 1 kHz e as defasagens  $\text{Fase}(V_R \rightarrow V_E)$  e  $\text{Fase}(V_B \rightarrow V_E)$

Frequência	$V_E$	$V_R$	$V_B$	$\text{Fase}(V_R \rightarrow V_E)$	$\text{Fase}(V_B \rightarrow V_E)$
100 Hz					
500 Hz					
1 kHz					

- 3b) A partir desses valores, escreva a amplitude complexa dos fasores,  $\hat{V}_E$ ,  $\hat{V}_R$  e  $\hat{V}_B$  para as 3 frequências na forma polar e cartesiana:

Fasor	Amplitude Complexa	
	Forma Polar	Forma Cartesiana
$\hat{V}_E$		
$\hat{V}_R$		
$\hat{V}_B$		

4. Determinação da defasagem entre  $[\hat{V}_R \text{ e } \hat{V}_E]$  e  $[\hat{V}_B \text{ e } \hat{V}_E]$  utilizando apenas multímetro

Monte o circuito da Figura 3 ao lado. Ajuste inicialmente uma tensão senoidal de frequência **100 Hz** e amplitude pico-a-pico de **10 Vpp**.

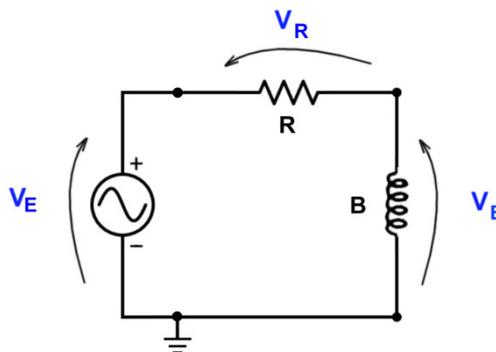


Figura 3

- 4.a) Meça as tensões eficazes com o **multímetro portátil** e preencha a tabela 3. Observações: Nesta seção, a tensão no resistor será tomada como referência das fases. Portanto, adota-se  $v_R(t) = V_R \cos(\omega t)$ . Além disso, como a bobina tem comportamento indutivo, na faixa de frequências das medidas, o sinal das fases será considerado positivo.

**Tabela 3** – Medidas de tensões eficazes para a determinação das fases.

frequência	Medidas AC			Cálculos	
	$V_E$	$V_B$	$V_R$	$\theta_E$	$\theta_B$
100 Hz					
500 Hz					
1 kHz					

- 4.b) Desenhe o diagrama fasorial das tensões no resistor, na bobina e no gerador, para a frequência de 1kHz. Observação: o diagrama representa as fases e as amplitudes de pico  $V_p = 1,414 V_{ef}$ .

- 4.c) Calcule os valores das fases das tensões do gerador e da bobina e complete a Tabela 3. Utilize o verso da forlha se for necessário.

$$\theta_B = + | \arccos( (V_E^2 - V_R^2 - V_B^2) / (2 V_R V_B) ) |$$

$$\theta_E = + | \arccos( (V_E^2 + V_R^2 - V_B^2) / (2 V_R V_E) ) |$$

**5. Determinação da impedância da bobina (módulo e fase) na faixa entre 100 Hz e 10 kHz utilizando osciloscópio.**

Alimente agora o circuito da Figura 3 com um sinal senoidal de 10 Vpp e frequência variando na faixa de 100 Hz a 10 kHz. Meça com o canal 1 do osciloscópio o valor de pico da tensão  $V_E$ , com o canal 2 o valor de pico da tensão  $V_B$  e com o recurso "Math" obtenha o valor de pico da tensão  $V_R$ . Meça também a Fase( $V_B \rightarrow V_R$ ). Calcule a corrente ( $I_B$ ) e a impedância complexa da bobina ( $Z_B$ ) e escreva a mesma na forma polar, complete a tabela 4 indicando claramente as unidades de cada grandeza:

Frequência	Medidas			Cálculos	
	$V_B$	$V_R$	Fase( $V_B \rightarrow V_R$ )	$I_B$	$Z_B$ Forma polar
100Hz					
200Hz					
500Hz					
1kHz					
2kHz					
5kHz					
10kHz					

