



Guia Experimental e Roteiro para Relatório

Versão para simulação da

Experiência 5 – Sinais Senoidais e Fasores

No. USP	Nome	Nota	Bancada

Data:	Turmas:	Prof(a):
-------	---------	----------

Objetivos

- Verificar experimentalmente a validade da 2ª lei de Kirchhoff em circuitos DC e AC utilizando multímetro e osciloscópio;
- Determinar **atraves de simulação no MultiSim, LTSpice ou outro simulador de circuitos**, os fasores das tensões e correntes num circuito com componentes resistivos e reativos (bobina), utilizando multímetro e osciloscópio;
- Determinar **atraves de simulação no MultiSim, LTSpice ou outro simulador de circuitos** 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

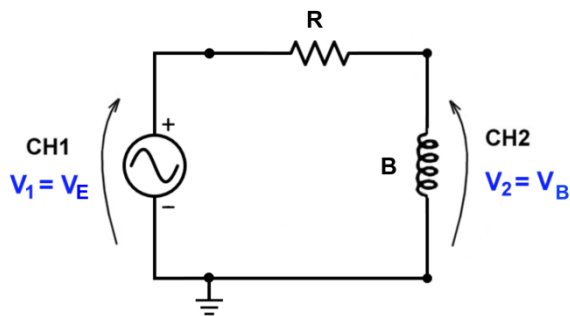
- Resistor de 1k Ω
- Bobina 170 mH
- Osciloscópio
- Multímetro portátil
- Gerador de funções
- Computador

Obs: Esta experiência será feita através da simulação dos circuitos elétricos propostos

Nos lugares onde diz “meça” uma variável (com voltímetro, osciloscópio, etc.) entenda que você deve obter o valor dessa variável a partir das simulações e dos recursos que o programa de simulação fornecer !

1. Validação da 2ª lei de Kirchhoff utilizando multímetro

1a) Monte o circuito abaixo com um resistor $R=1\text{ k}\Omega$ em série com uma Bobina de valor nominal 170 mH e alimente com uma **tensão DC** de 10 V . Meça com o multímetro as tensões V_E , V_R e V_B . Note que na prática uma bobina não é um indutor ideal, pois o fio elétrico que forma a bobina é muito fino e longo, possuindo uma resistência elétrica não desprezível. Assim, para efeito de simulação, a bobina deve ser substituída por um indutor ideal $L=170\text{ mH}$ em série com uma resistência $R_{SL} = 300\ \Omega$.



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 AC 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 ?
Analisar e explicar claramente o resultado.

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. Armazene o sinal $V_B(t)$ na memória do osciloscópio. Para isto, utilize o botão "Save/Recall" e salve num cartão USB, com o 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.

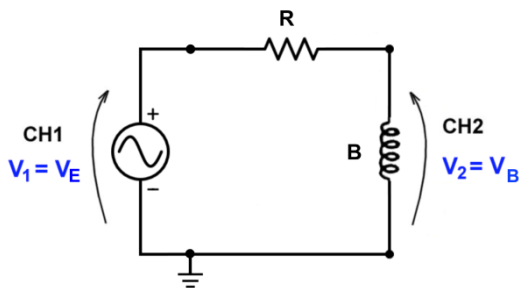


Fig.2a

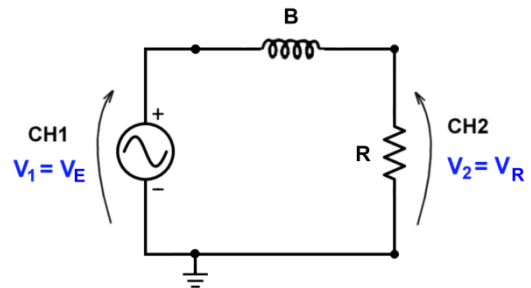
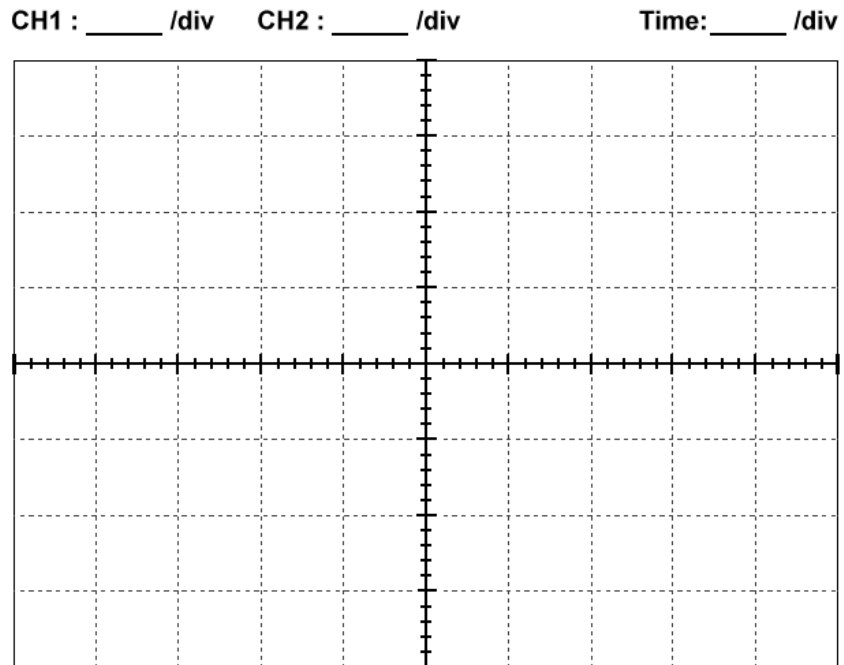


Fig.2b

Utilize a "Save/Recall" e o softKey Recall para recuperar o sinal $V_B(t)$ que você tinha salvo previamente no cartão USB. Note que na tela do osciloscópio aparecerão os 3 sinais ($V_E(t)$, $V_R(t)$ e o sinal $V_B(t)$ salvo). Capture a tela do osciloscópio (ou salve a tela com o cartão USB no osciloscópio, não se esquecendo de inverter 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 $V_{MATH} = V_E(t) - V_R(t)$.
Desenhe na figura abaixo tanto o sinal $V_B(t)$ guardado na memória quanto o sinal $V_{MATH}(t) = (V_E(t) - V_R(t))$.



- 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	Fase ($V_R \rightarrow V_E$)	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 $[\hat{V}_R$ e $\hat{V}_E]$ e $[\hat{V}_B$ e $\hat{V}_E]$ utilizando apenas multímetro

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

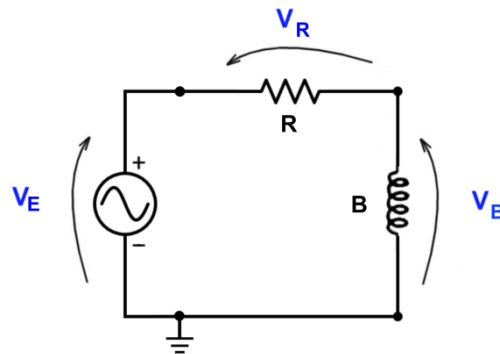


Figura 3 – Circuito para determinação das defasagens

- 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 $v_R(t) = V_R \cos(\omega_0 t)$. 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	θ_E	θ_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 1 kHz. 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.

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

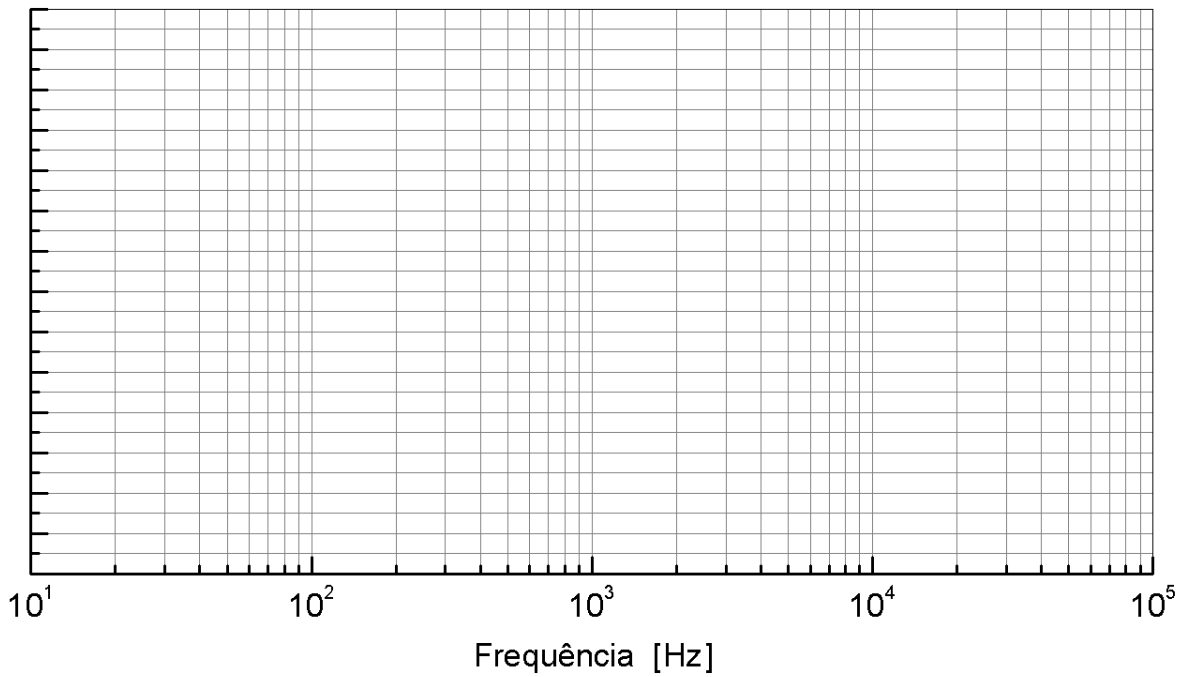
$$\theta_E = + | \arccos((V_E^2 + V_R^2 - V_B^2) / (2 V_R V_E)) |$$

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
100 Hz					
200 Hz					
500 Hz					
1 kHz					
2 kHz					
5 kHz					
10 kHz					

$|Z_B|$ [Ω]



ϕ_B [em graus]

