



PSI 3031- LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

EXPERIÊNCIA 03 – GUIA DE EXPERIMENTOS e RELATÓRIO
COMPORTAMENTO DE COMPONENTES PASSIVOS

Profa. Elisabete Galeazzo / Prof. Leopoldo Yoshioka
Versão 2019

No. USP	Nome	Nota	Bancada

Data:	Turmas:	Profs:
-------	---------	--------

Objetivos da experiência

Nesta experiência exploraremos diferentes funcionalidades do osciloscópio. Além disso, vamos entender o significado de dois modos de operação do gerador de funções: modos High Z e 50 Ω . Ênfase também será dada à análise de circuitos com componentes passivos, a fim de verificarmos experimentalmente o comportamento da reatância capacitiva e indutiva em função da frequência.

Equipamentos e materiais

- Osciloscópio Agilent modelo DSOX2002A;
- Gerador de funções Agilent modelo 33500B;
- Multímetro de bancada de 6 ½ dígitos, modelo 34401A;
- Multímetro portátil e RLC Meter;
- *Protoboard*, fios e cabos;
- Resistores, capacitor e indutor.

PARTE EXPERIMENTAL

1. Gerador de funções: modelo equivalente e modos de operação (leiam o *anexo 1- Gerador de funções, para maiores detalhes*)

Objetivos: Interpretar o significado dos modos de operação do gerador de funções (50 Ω e HIGH Z) e determinar experimentalmente a resistência interna desse equipamento.

1.1 Programe o gerador Agilent 33500B nesta sequência: **modo de operação High Z, sinal senoidal, 1 V_{RMS}, 1 kHz.**

i) Meça a tensão eficaz **V** na saída do gerador em aberto (ou seja, sem carga ($R = \infty$)) com um multímetro de bancada (Agilent 3440A) (use cabo BNC-bananas) e compare com o valor indicado no painel do gerador.

Em um *protoboard*, conecte um resistor (**R**) nominal de **47 Ω** em série com o gerador de funções.

ii) Meça a tensão eficaz **V** sobre a carga com o multímetro.

R	Valor da tensão indicada no painel do gerador	V eficaz (em volts)
i) Aberto (∞)		
ii) 47 Ω		

iii) Esboce o circuito completo (com o valor da carga e o modelo equivalente do gerador), e calcule R_g (resistência interna) do gerador.

Visto do professor

1.2 Altere o modo de operação do gerador para **50 Ω**. Na sequência, reajuste a sua tensão de saída para **1 V_{RMS}**.

i) Meça a tensão eficaz **V** na saída do gerador em aberto com um multímetro de bancada e compare com o valor indicado no painel do gerador.

Conecte um resistor (**R**) nominal de **47 Ω** em série com o gerador de funções.

ii) Meça a tensão **V** sobre a carga.

R	Valor da tensão indicada no painel do gerador	V eficaz (em volts)
i) Aberto (∞)		
ii) 47 Ω		

1.3 Discuta a diferença entre as tensões obtidas na carga (de 47 Ω) e na saída do gerador (em aberto) nos dois modos de operação.

1.4 Conclua qual é a finalidade de utilizar-se o modo de operação “50 Ω” no gerador de funções.

2. Funcionalidades do Osciloscópio: acoplamento CC e AC (leiam o [anexo 2 – Tipos de Acoplamentos do Osciloscópio](#) para mais detalhes)

Objetivos: Explorar os recursos de acoplamento CC e AC do osciloscópio

2.1 Programe o gerador de funções para fornecer **um sinal senoidal de 1 kHz, 5 V_{PP} e offset de 2 V em High Z.**

Visualize a forma de onda desse sinal simultaneamente nos dois canais do osciloscópio (use cabos BNC e um adaptador BNC tipo T na saída do gerador para capturar o sinal nos dois canais, como exemplificado na Figura 1). Mantenha o canal 1 no acoplamento CC (ou

DC) e o canal 2 no acoplamento CA (ou AC). Para isso, tecele os botões “1” e “2” do osciloscópio e selecione a função desejada através da softkey “acoplamento”.



Adaptador BNC tipo T



Exemplo de derivação do sinal da saída de um gerador de funções utilizando-se o adaptador tipo T

Figura 1 – Utilização do adaptador BNC tipo T.

No osciloscópio, confira se as atenuações dos canais 1 e 2 estão adequadas e altere as escalas gráficas para melhor visualização dos dois sinais. Lembre-se que somente as pontas de prova atenuam o sinal de dez vezes!

Coloque a referência de zero dos dois canais na mesma linha (ou seja, na mesma posição) do osciloscópio e imprima a tela resultante com os recursos do computador, salvando a imagem da tela do osciloscópio em um pen-drive.

Para salvar a imagem do osciloscópio no dispositivo pen-drive, efetue:

- . Insira o pen-drive no conector USB frontal do equipamento;
- . Acione o botão “**Save**” no painel do osciloscópio. No menu das softkeys, selecione “**salvar**” e escolha um formato de arquivo (ex. BMP);
- . Acione a softkey “**definições**” e escolha “**ret invertida**”;
- . Pressione a softkey “**salvar**”.

Para imprimir um gráfico a partir do computador, efetue:

Visualize a imagem do gráfico na tela do computador e tecele “PrtScn”. Selecione “New Snapshot”; “capture mode = region”, e com o mouse selecione a região que deseja imprimir. A seguir, tecele imprimir, selecionando uma das duas impressoras disponíveis no laboratório.

Na folha de impressão com os gráficos, identifique e comente sobre:

- . Todas as informações importantes indicadas ao redor da tela do osciloscópio;
- . A fonte e a tensão de trigger utilizados.
- . Quais são as diferenças observadas entre os sinais dos canais 1 e 2.

2.2 Meça os seguintes parâmetros nos dois canais do osciloscópio: valor médio, valor eficaz (RMS) e V_{pp} . Indique estes valores na tabela::

	Acoplamento	VPP	Valor eficaz: CC RMS N CICLOS	Valor médio: MÉDIA N CICLOS
Canal 1				
Canal 2				

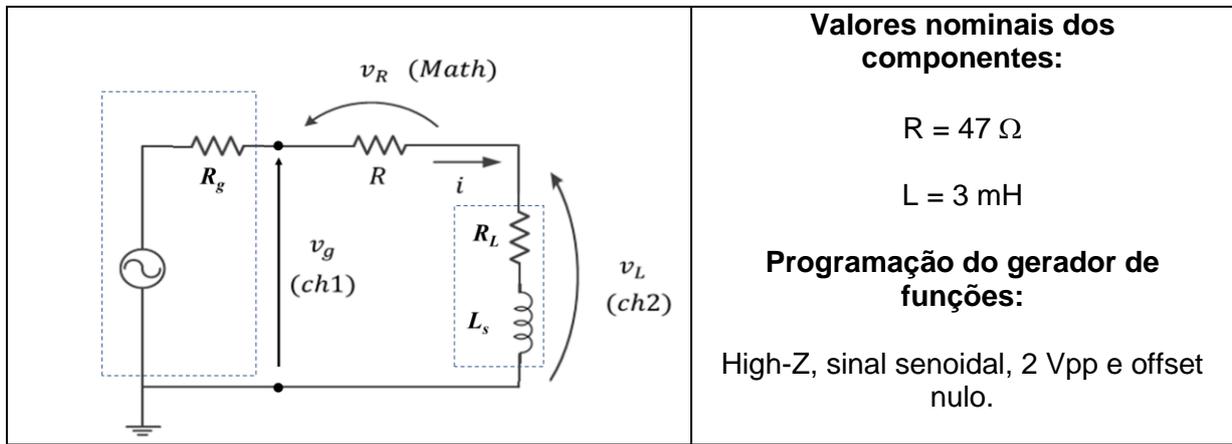
i) Analisando-se os valores da tabela, interprete qual é o efeito de se utilizar o acoplamento CA (ou AC) ou CC (ou DC) nas medições.

3. Reatâncias Capacitivas e Indutivas

Objetivos: Observar o comportamento (tensão-corrente) de elementos reativos em função da frequência.

3.1 Antes de montar o circuito RL a ser utilizado, ilustrado na Figura 2, meça os valores experimentais dos componentes. O indutor deve ser medido no equipamento “**LCR meter**” em 1 kHz. Veja como utilizar esse equipamento seguindo-se as instruções do folheto situado junto ao mesmo.

Grandeza	Valor nominal	Valor medido
Resistência (R)	47 Ω	
Indutância (L) do indutor	3 mH	
Resistência série do “L” (resistência do fio de enrolamento do indutor)	10 Ω	



Valores nominais dos componentes:

$R = 47 \Omega$

$L = 3 \text{ mH}$

Programação do gerador de funções:

High-Z, sinal senoidal, 2 Vpp e offset nulo.

Figura 2 – Esboço do circuito e indicação dos canais do osciloscópio. R_g é a resistência interna do gerador e R_L é a resistência série do indutor.

Meça os valores eficazes (ou RMS) de V_g , V_R e V_L , e a defasagem entre V_L e V_R , para diversas frequências (f) do sinal de entrada (entre 100 Hz e 4 kHz, indicadas na tabela a seguir) utilizando as pontas de prova do osciloscópio. Confira se as atenuações dos canais 1 e 2 estão adequadas, e altere as escalas vertical e horizontal para melhor visualização dos três sinais.

A partir dos valores medidos de V_R e V_L , calcule a corrente I do circuito e o módulo da impedância $|Z_L|$. Indique as unidades das grandezas nos "()".

Tabela com os valores experimentais e calculados:

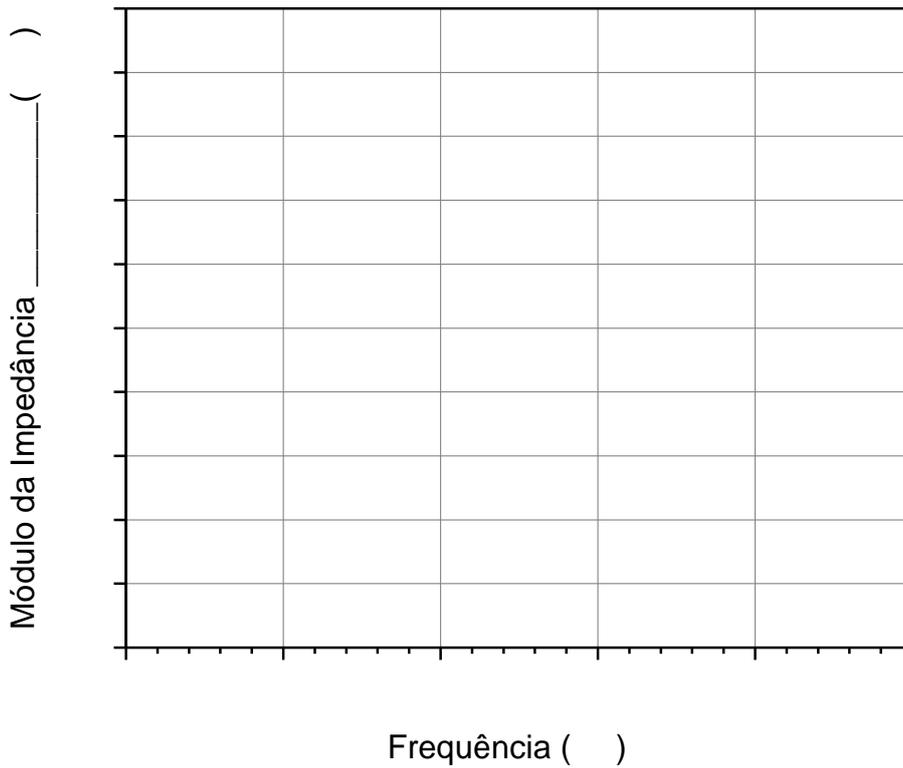
Freq. (Hz)	Valores experimentais				Valores calculados a partir dos valores experimentais	
	V_g ()	V_L ()	V_R ()	$\theta(V_L \rightarrow V_R)$	I ()	$ Z_L $ ()
100						
500						
1 k						
2 k						
4 k						

i) Encontre experimentalmente a frequência em que $V_L = V_R$. Indique as grandezas medidas e calculadas nesta condição:

Freq. (Hz)	V_g ()	V_L ()	V_R ()	$\theta(V_L \rightarrow V_R)$	I ()	$ Z_L $ ()

Compare e descreva qual é a relação entre $|Z_L|$ e R neste caso:

ii) Represente graficamente o módulo da impedância do indutor $|Z_L|$ em função da frequência (f).
Discuta o comportamento de $|Z_L|$ em função de f a partir da curva experimental.

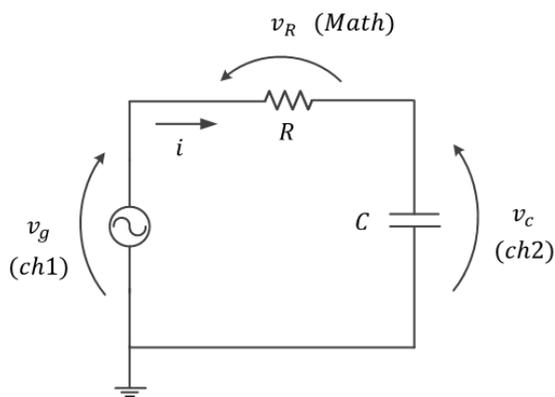


visto do professor:

iii) O módulo da impedância do indutor estimada graficamente para frequência nula é condizente com o esperado teoricamente? Justifique.

3.2 Antes de montar o circuito RC esboçado na **Figura 3**, meça os valores experimentais dos componentes R e C. Utilize o equipamento “*RLC meter*” para medição do capacitor **C** em 1 kHz ou utilize o multímetro portátil.

Grandeza	Valor nominal	Valor experimental
Resistência (R)	1 kΩ	
Capacitância (C)	220 nF	



Valores nominais dos componentes:

$$R = 1 \text{ k}\Omega$$

$$C = 220 \text{ nF}$$

Programação do gerador de funções:

High-Z, sinal senoidal, 2 V_{pp} e offset nulo.

Figura 3 - Circuito com os componentes RC.

No osciloscópio, confira se as atenuações dos canais 1 e 2 estão adequadas, e altere as escalas gráficas para melhor visualização dos três sinais. Meça os valores eficazes de V_R e V_C para diversas frequências (f) do sinal de entrada (entre 100 Hz e 4 kHz), e a defasagem entre V_C e V_R .

Calcule, a partir dos valores de V_R e V_C , a corrente eficaz I (RMS) e o módulo da impedância $|Z_C|$.

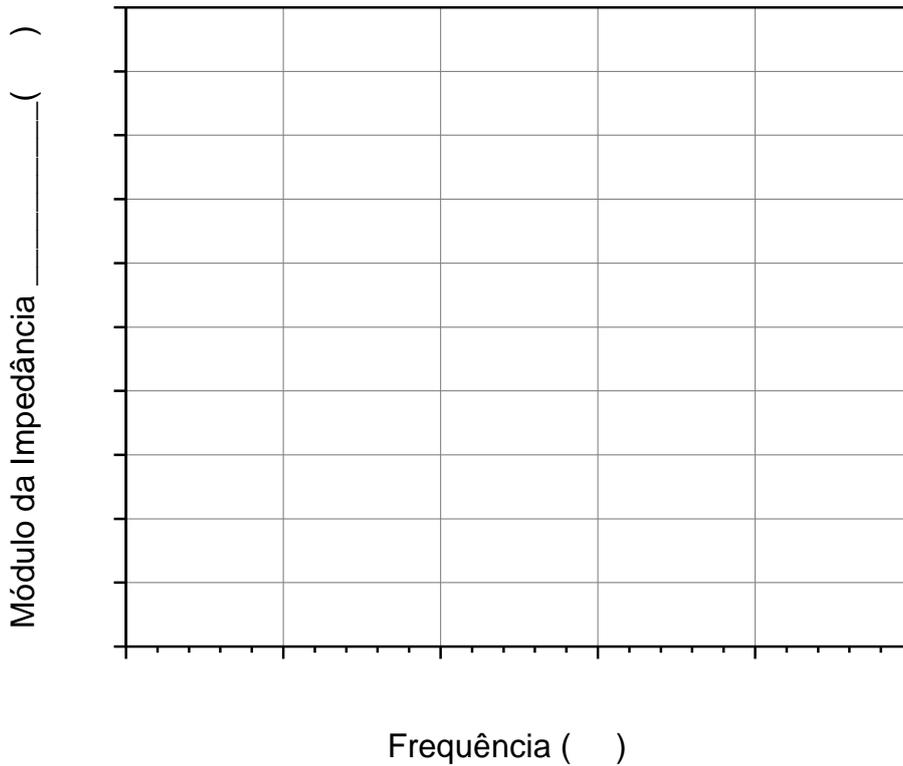
Freq. (Hz)	Valores experimentais				Valores calculados a partir dos valores experimentais	
	V_g ()	V_C ()	V_R ()	θ ($V_C \rightarrow V_R$)	I ()	$ Z_C $ ()
100						
500						
1 k						
2 k						
4 k						

i) Encontre experimentalmente a frequência em que $V_C = V_R$. Indique as grandezas medidas e calculadas nesta condição:

Freq. (Hz)	V_g ()	V_C ()	V_R ()	θ ($V_C \rightarrow V_R$)	I ()	$ Z_C $ ()

Compare e descreva qual é a relação entre $|Z_C|$ e R neste caso:

ii) Represente graficamente o módulo da impedância do capacitor em função da frequência "f".



visto do professor:

iii) Discuta o comportamento do módulo da impedância do capacitor em função da frequência a partir da curva experimental.

ITEM ADICIONAL (bônus de 1,0 no relatório):

Utilize a mesma montagem de circuito do item 3.2 (Figura 3), onde $R = 1\text{ k}\Omega$ e $C = 220\text{ nF}$.

Programa o gerador de funções para fornecer uma **onda quadrada de 50 kHz, 2 V_{PP} e offset nulo em HIGH-Z**. Visualize as formas de onda da tensão do gerador (v_g) e do capacitor (v_c) com as pontas de prova do osciloscópio. **Obs: corrija a atenuação das pontas de prova, se necessário.**

i) Obtenha a forma de onda corrente ($i(t)$) do circuito em função do tempo (t) (dica: use a função MATH). Visualize 5 períodos dos três sinais. Minimize os ruídos dos sinais, caso seja necessário.

Obs: Caso apareçam “spikes” (*picos estreitos de intensidade variada*) nas transições dos sinais, despreze-os para o cálculo das grandezas.

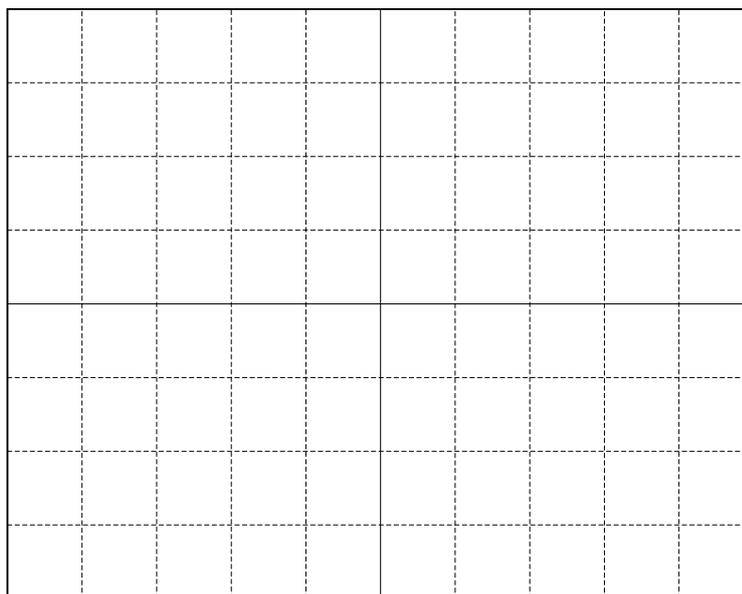
Esboce os gráficos da $v_c(t)$ e da $i(t)$, indicando nele os valores de T , V_{max} , V_{min} , I_{max} , I_{min} do circuito:

Escalas do eixo y:

Canal 1 ($v_g(t)$):

Canal 2 ($v_c(t)$):

Função Math:



Escala do eixo x: _____

ii) Qual é a relação entre a forma de onda da tensão no capacitor e da forma de onda da corrente?

iii) A partir dos valores experimentais, calcule o valor da capacitância C (você pode usar a expressão 5 da *Introdução Teórica*).