



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

PSI 3031/3212 - LABORATÓRIO DE CIRCUITOS ELÉTRICOS

GUIA DE EXPERIMENTOS

Experiência 3 – COMPORTAMENTO DE COMPONENTES PASSIVOS

Profa. Elisabete Galeazzo / Prof. Leopoldo Yoshioka

Versão 2018

Objetivos da experiência

Nesta experiência exploraremos diferentes funcionalidades do osciloscópio. Além disso, vamos entender o significado dos dois modos de operação do gerador de funções (modos High Z e 50Ω). Ênfase também será dada à análise de circuitos com componentes passivos, a fim de avaliar-se 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

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

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

i) Meça o sinal **V** na saída do gerador em aberto (ou seja, sem carga) com um multímetro de bancada 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 **V** sobre a carga.

iii) Esboce o circuito completo (com o valor da carga e o modelo equivalente do gerador) e calcule R_{in} do gerador.

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 o sinal **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.

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 Em função dos resultados obtidos, conclua o que é o modo de operação “50 Ω ” no gerador de funções.

2. Funcionalidades do Osciloscópio: acoplamento CC e AC

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, 2 V_{PP} e offset de 2 V em High Z.**

Acione a tecla “Default Setup” e selecione a configuração padrão de fábrica do osciloscópio.

Visualize esse 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.

Coloque a referência de zero dos dois canais na mesma linha (posição) do osciloscópio e imprima a tela resultante com os recursos do computador, salvando a imagem da tela em um pen-drive. Para salvar a imagem do osciloscópio no dispositivo, 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”.*

i) 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.*

ii) Descreva quais são as diferenças observadas entre os sinais dos canais 1 e 2.

2.2 Meça os seguintes parâmetros nos dois canais: valor médio, valor eficaz (RMS) e V_{PP} . Indique estes valores em tabela apropriada;

i) Analisando-se os valores indicados 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.

- 3.1 Monte o circuito RL, conforme indicação da Figura 2 (com os valores nominais dos componentes iguais a: $R = 47 \Omega$ e $L = 3 \text{ mH}$). Meça os valores experimentais dos componentes antes da montagem. O valor experimental do indutor deve ser obtido no equipamento “**LCR meter**”. Veja como utilizá-lo seguindo-se as instruções do folheto situado junto ao instrumento.

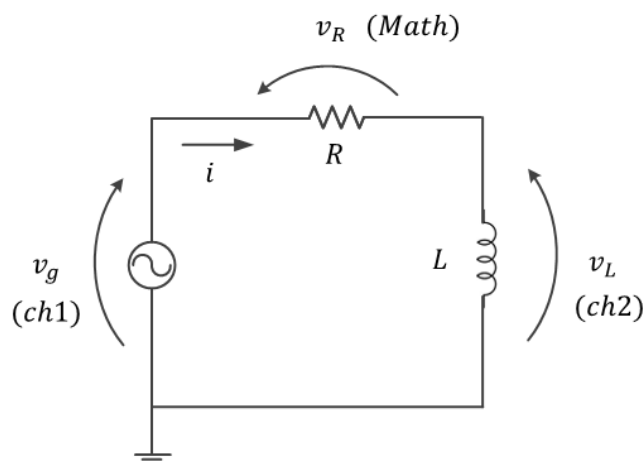


Figura 2 – Circuito RL.

Programe o gerador de sinais para fornecer um **sinal senoidal, 2 V_{PP} e offset nulo em HIGH-Z**.

Confira se as atenuações dos canais 1 e 2 estão adequadas no osciloscópio, e altere as escalas gráficas para melhor visualização dos três sinais.

Meça os valores RMS de V_R e V_C para diversas frequências (f) do sinal de entrada (entre 100 Hz e 4 kHz).

Anote em tabela apropriada os valores medidos e calcule a corrente e a reatância indutiva (X_L) a partir da tensão no indutor e corrente do circuito.

- i) Encontre experimentalmente a frequência em que $V_L = V_R$. Nesta condição, qual está sendo a relação entre X_L e R ?
- ii) Represente graficamente X_L em função de f . Discuta o comportamento de X_L em função de f a partir da curva experimental.
- iii) A reatância estimada graficamente do indutor para frequência nula é condizente com o esperado teoricamente? Justifique.

3.2 Monte um circuito RC conforme **Figura 3**. Escolha os componentes com os seguintes valores nominais: **R = 1 kΩ** e **C = 220 nF**. Meça os valores experimentais de **R** e **C** antes da montagem. Utilize o equipamento “**RLC meter**” para medição do capacitor **C** (em 1 kHz).

Mantenha a mesma configuração do gerador do item anterior.

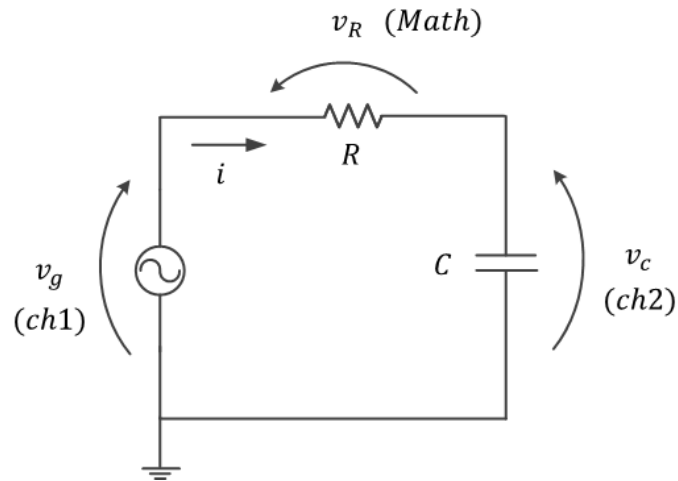


Figura 3 - Circuito RC

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 RMS de V_R e V_C para diversas frequências (f) do sinal de entrada (entre 100 Hz e 4 kHz). Anote em tabela apropriada os valores medidos e calcule a corrente RMS e a reatância capacitiva (X_C), a partir da tensão no capacitor e corrente do circuito.

- i) Encontre experimentalmente a frequência em que $V_C = V_R$. Nesta condição, qual está sendo a relação entre X_C e R ?
- ii) Represente graficamente X_C em função da “ f ”. Discuta o comportamento de X_C em função da “ f ” a partir da curva experimental.

Pergunta Adicional (bônus de 1,0 no relatório):

Refaça a montagem do circuito do item 3.2 (Figura 3) sendo os valores dos componentes iguais a $R = 1 \text{ k}\Omega$ e $C = 220 \text{ nF}$ (valores nominais).

Programo o gerador para fornecer um sinal de **onda quadrada de 50 kHz, 2 V_{PP} e offset nulo em HIGH-Z**. Capture os sinais 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 curva da corrente (i) do circuito em função do tempo (t) (dica: use a função MATH). Ajuste as escalas vertical e horizontal para visualizar 5 períodos dos três sinais. Minimize os ruídos dos sinais, caso seja necessário.

Obs: Caso apareçam *spikes* nas transições dos sinais, despreze-os.

Esboce os gráficos da $v_c(t)$ e da $i(t)$ no relatório, indicando nele os valores de T , V_{\max} , V_{\min} , I_{\max} , I_{\min} do circuito.

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 . Use a expressão **5** da Introdução Teórica.